รายละเอียดประกอบแบบก่อสร้าง

งานวิศวกรรมระบบไฟฟ้าและสื่อสาร
งานวิศวกรรมระบบปรับอากาศและระบายอากาศ
งานระบบลิฟต์โดยสาร
งานวิศวกรรมระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย

โครงการก่อสร้างอาคารต้นแบบสาธิตการใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์
(Net Zero Energy Building) กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
แขวงรองเมือง เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 1 แห่ง

งานวิศวกรรมระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

สารบัญ

รายละเอียดประกอบแบบงานวิศวกรรมระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

			หน้า
หมวดที่ 1	**ความต้องการและข้อกำหนดทั่วไป**		
	1.1	บทนำ	1-1/3
	1.2	ขอบเขตของงาน	1-1/3
	1.3	สถาบันมาตรฐาน	1-2/3
	1.4	สถาบันตรวจสอบ	1-3/3
หมวดที่ 2	**หน้าที่และความรับผิดชอบ**		
	2.1	พนักงาน	2-1/4
	2.2	เครื่องมือ – เครื่องใช้	2-1/4
	2.3	การสำรวจบริเวณก่อสร้าง	2-1/4
	2.4	การตรวจสอบแบบ รายการ และข้อกำหนด	2-1/4
	2.5	การจัดทำตารางแผนงาน	2-2/4
	2.6	การจัดทำรายงานผลความคืบหน้าของงาน	2-2/4
	2.7	การทำงานนอกเวลาทำการปกติ	2-2/4
	2.8	การเสนอรายละเอียด วัสดุ-อุปกรณ์ เพื่อขออนุมัติ	2-2/4
	2.9	การติดตั้ง วัสดุ-อุปกรณ์	2-2/4
	2.10	การแก้ไข-ซ่อมแซม	2-2/4
	2.11	การทดสอบเครื่องและระบบ	2-3/4
	2.12	การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่	2-3/4
	2.13	การส่งมอบงาน	2-3/4
	2.14	การรับประกัน	2-3/4
	2.15	การบริการ	2-4/4
หมวดที่ 3	**การดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับงานสถาปัตยกรรมและโครงสร้าง**		
	3.1	การทำช่องเปิด และการตัด-เจาะ	3-1/2
	3.2	การอุดปิดช่องว่าง	3-1/2
	3.3	ช่องเปิดเพื่อการซ่อมบำรุง	3-1/2
	3.4	การจัดทำแท่นเครื่อง	3-1/2
	3.5	การยึดท่อและอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร	3-1/2
	3.6	งานติดตั้งในห้องเครื่อง	3-2/2
	3.7	การป้องกันน้ำเข้าอาคาร	3-2/2

สารบัญ (ต่อ)

รายละเอียดประกอบแบบงานวิศวกรรมระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

			หน้า
หมวดที่ 4	**การประสานงาน**		
	4.1	การให้ความร่วมมือต่อคณะกรรมการตรวจการจ้าง	4-1/2
	4.2	การประชุมโครงการ	4-1/2
	4.3	การประสานงานในด้านมัณฑนาการ	4-1/2
	4.4	การติดต่อประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่นๆ	4-1/2
	4.5	สาธารณูปโภค เพื่อใช้ระหว่างการก่อสร้าง	4-1/2
	4.6	การรักษาความสะอาด	4-1/2
	4.7	การรักษาความปลอดภัย	4-2/2
	4.8	การติดต่อหน่วยงานรัฐและค่าธรรมเนียม	4-2/2
หมวดที่ 5	**แบบและเอกสาร**		
	5.1	แบบประกอบสัญญา	5-1/2
	5.2	แบบใช้งาน (Shop Drawing)	5-1/2
	5.3	แบบก่อสร้างจริง (As Built Drawing)	5-1/2
	5.4	หนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์	5-2/2
หมวดที่ 6	**เครื่อง วัสดุและอุปกรณ์**		
	6.1	เครื่อง วัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้งาน	6-1/2
	6.2	การขนส่งและการนำเครื่อง อุปกรณ์ เข้ายังหน่วยงาน	6-1/2
	6.3	การจัดเตรียมสถานที่เก็บพัสดุ	6-1/2
	6.4	การเก็บรักษาเครื่อง วัสดุและอุปกรณ์	6-1/2
	6.5	ตัวอย่าง วัสดุ-อุปกรณ์ และการติดตั้ง	6-1/2
	6.6	การแก้ไข เปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุและอุปกรณ์	6-2/2
	6.7	รหัส ป้ายชื่อ และเครื่องหมายของวัสดุ อุปกรณ์	6-2/2
	6.8	การป้องกันการผุกร่อน	6-2/2

สารบัญ (ต่อ)

รายละเอียดประกอบแบบงานวิศวกรรมระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

			หน้า
หมวดที่ 7	**การทาสีและการป้องกันการผุกร่อน**		
	7.1	ความต้องการทั่วไป	7-1/1
	7.2	การเตรียมและทำความสะอาดผิวงาน	7-1/1
	7.3	การทดสอบ	7-1/1
หมวดที่ 8	**รหัส สัญลักษณ์ และป้ายชื่อ**		
	8.1	ความต้องการทั่วไป	8-1/3
	8.2	รหัส	8-1/3
	8.3	สัญลักษณ์	8-1/3
	8.4	ป้ายชื่อ	8-1/3
	8.5	ตำแหน่งของ รหัส และสัญลักษณ์	8-1/3
	8.6	ขนาดของแถบรหัส และสัญลักษณ์	8-2/3
	8.7	สี และอักษรสัญลักษณ์	8-2/3
หมวดที่ 9	**เสาและสายไฟฟ้าแรงสูง**		
	9.1	ความต้องการทั่วไป	9-1/2
	9.2	ขอบเขต	9-1/2
	9.3	การเดินสายใต้ดิน	9-1/2
	9.4	การติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ	9-1/2
	9.5	การทดสอบ	9-2/2
หมวดที่ 10	**หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดน้ำมัน**		
	10.1	ข้อกำหนดทั่วไป	10-1/3
	10.2	มาตรฐาน (Standard)	10-1/3
	10.3	พิกัดทั่วไปของหม้อแปลงไฟฟ้า (Rating)	10-1/3
	10.4	โครงสร้าง	10-2/3
	10.5	อุปกรณ์ประกอบ (Accessories)	10-2/3
	10.6	การติดตั้ง	10-3/3
	10.7	การทดสอบ	10-3/3
	10.8	การรับประกัน	10-3/3

สารบัญ (ต่อ)

รายละเอียดประกอบแบบงานวิศวกรรมระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

		หน้า
หมวดที่ 11	**แผงไฟฟ้าแรงต่ำ**	
11.1	ความต้องการทั่วไป	11-1/15
11.2	พิกัดของแผงสวิตส์ฯ	11-1/15
11.3	ลักษณะโครงสร้างและการจัดสร้างแผงสวิตซ์ฯ	11-2/15
11.4	บัสบาร์และการติดตั้งแผงสวิตซ์ ฯ	11-3/15
11.5	สายไฟฟ้าสำหรับภายในแผงสวิตซ์ ฯ	11-4/15
11.6	MIMIC BUS และ NAMEPLATE	11-5/15
11.7	ASYMMETRICAL RELAY	11-6/15
11.8	UNDERVOLTAGE RELAY	11-6/15
11.9	GROUND FAULT PROTECTION SYSTEM	11-7/15
11.10	ฟิวส์และฐาน	11-7/15
11.11	Measuring Instrument	11-7/15
11.12	CIRRENT TRANSFERMER (CT)	11-7/15
11.13	VOLTMETER	11-7/15
11.14	VOLTMETER SWITCH (VS)	11-8/15
11.15	AMMETER	11-8/15
11.16	CT. TYPE AMMETER	11-8/15
11.17	AMMETER SWICH (AS)	11-8/15
11.18	FREQUENCY METER	11-8/15
11.19	KILOWATTHOUR METER (KWH)	11-8/15
11.20	อุปกรณ์วัดพลังงานไฟฟ้า	11-8/15
11.21	INDICATOR LAMPS	11-10/15
11.22	Automatic Main Capacitor Bank	11-10/15
11.23	อุปกรณ์ป้องกันแม่เหล็กไฟฟ้าจากฟ้าผ่า Surge Protective Device (SPD)	11-11/15
11.24	การติดตั้ง	11-13/15
11.25	การทดสอบ	11-13/15
11.26	เครื่องมือบำรุงรักษา	11-13/15
11.27	แผงสวิตซ์ย่อย (Panel board)	11-14/15
11.28	การรับประกัน	11-15/15

สารบัญ (ต่อ)

รายละเอียดประกอบแบบงานวิศวกรรมระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

		หน้า
หมวดที่ 12 สวิตซ์และเต้ารับ		
12.1	ความต้องการทั่วไป	12-1/2
12.2	สวิตซ์ไฟฟ้าทั่วไป	12-1/2
12.3	เต้ารับไฟฟ้าทั่วไป	12-1/2
12.4	อุปกรณ์เพิ่มเติม	12-2/2
12.5	การติดตั้ง	12-2/2
12.6	การทดสอบการอบรม	12-2/2
12.7	การรับประกัน	12-2/2
หมวดที่ 13 สายไฟฟ้าแรงต่ำ		
13.1	ความต้องการทั่วไป	13-1/6
13.2	ขอบเขต	13-1/6
13.3	รายละเอียดของสายไฟ	13-1/6
13.4	การติดตั้ง	13-5/6
13.5	รหัสสีของสายไฟ	13-5/6
13.6	การทดสอบ	13-6/6
13.7	การรับประกัน	13-6/6
หมวดที่ 14 โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์		
14.1	ความต้องการทั่วไป	14-1/7
14.2	รายละเอียดวัสดุ-อุปกรณ์ประกอบ	14-1/7
14.3	วัสดุ และการสร้างโคมไฟฟ้า	14-2/7
14.4	โคมแสงสว่างฉุกเฉิน (Self-Contained Battery Emergency Light)	14-6/7
14.5	FIRE EXIT LIGHT	14-7/7
14.6	การขออนุมัติ	14-7/7
14.6	การรับประกัน	14-7/7

สารบัญ (ต่อ)

รายละเอียดประกอบแบบงานวิศวกรรมระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

		หน้า
หมวดที่ 15 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า		
15.1	ความต้องการทั่วไป	15-1/5
15.2	ท่อร้อยสายไฟฟ้า	15-1/5
15.3	Wire way	15-2/5
15.4	รางเคเบิล (Cable Tray)	15-3/5
15.5	รางเคเบิลแบบบันได (Cable Ladders)	15-4/5
15.6	รางเคเบิลแบบตะแกรง (Cable Basket Tray)	15-4/5
15.7	กล่องต่อสาย	15-4/5
15.8	การติดตั้ง	15-5/5
15.9	การทดสอบ	15-5/5
หมวดที่ 16 ระบบป้องกันไฟและควันลาม		
16.1	ทั่วไป	16-1/1
16.2	ขอบเขต	16-1/1
16.3	ความต้องการด้านเทคนิค	16-1/1
16.4	การติดตั้ง	16-1/1
หมวดที่ 17 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้		
17.1	ความต้องการทั่วไป	17-1/3
17.2	ขอบเขต	17-1/3
17.3	มาตรฐาน อุปกรณ์และการติดตั้ง	17-1/3
17.4	รายละเอียดทางด้านเทคนิค	17-3/3
17.5	การติดตั้ง	17-3/3
17.6	การทดสอบ	17-3/3
17.7	การฝึกอบรม	17-3/3
17.8	การรับประกัน	17-3/3

สารบัญ (ต่อ)

รายละเอียดประกอบแบบงานวิศวกรรมระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

		หน้า
หมวดที่ 18 ระบบคอมพิวเตอร์เครือข่าย		
18.1	ขอบข่ายของงาน	18-1/16
18.2	มาตรฐานงานติดตั้งระบบสายสัญญาณเครือข่าย UTP CAT 6	18-1/16
18.3	มาตรฐานงานติดตั้งระบบสายสัญญาณเครือข่าย ชนิด Fiber Optics	18-3/16
18.4	มาตรฐานงานตู้ Rack และ อุปกรณ์	18-6/16
18.5	อุปกรณ์กระจายสายสัญญาณ (CAT 6 PATCH PANEL)	18-12/16
18.6	หน้ากากสำหรับเต้ารับ (FACEPLATE KIT)	18-15/16
18.7	Wireless LAN Access Point	18-15/16
18.8	การรับประกัน	18-16/16
หมวดที่ 19 ระบบโทรศัพท์		
19.1	ความต้องการทั่วไป	19-1/7
19.2	เครื่องรับโทรศัพท์	19-1/7
19.3	กล่องพักสายโทรศัพท์	19-1/7
19.4	เต้าเสียบโทรศัพท์ (Telephone Outlet)	19-1/7
19.5	การติดตั้ง	19-1/7
19.6	คุณลักษณะเฉพาะระบบโทรศัพท์อัตโนมัติ (PABX)	19-2/7
19.7	การทดสอบ การรับประกัน และการให้บริการ	19-7/7
หมวดที่ 20 ระบบโทรทัศน์วงจรปิด		
20.1	ความต้องการทั่วไป	20-1/3
20.2	ขอบเขต	20-1/3
20.3	ความต้องการทางด้านเทคนิค	20-1/3
20.4	การติดตั้ง	20-3/3
20.5	การทดสอบและการฝึกอบรม	20-3/3
20.6	การรับประกัน	20-3/3
หมวดที่ 21 ระบบเสียง		
21.1	ห้องประชุม	21-1/8
21.2	ระบบเสียงประกาศ	21-2/8
21.3	การรับประกัน	21-8/8

สารบัญ (ต่อ)

รายละเอียดประกอบแบบงานวิศวกรรมระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

		หน้า
หมวดที่ 22	**ระบบควบคุมการเข้า-ออกอาคาร**	
22.1	ความต้องการทั่วไป	22-1/4
22.2	คุณสมบัติทางเทคนิคของอุปกรณ์	22-1/4
22.3	การติดตั้ง	22-3/4
22.4	การทดสอบ	22-3/4
22.5	การประสาน	22-3/4
22.6	การประกัน	22-3/4
หมวดที่ 23	**ระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า**	
23.1	ความต้องการทั่วไป	23-1/2
23.2	วัสดุอุปกรณ์และการติดตั้ง	23-1/2
23.3	การติดตั้ง	23-2/2
23.4	การทดสอบ	23-2/2
23.5	การรับประกัน	23-2/2
หมวดที่ 24	**อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน Surge (Surge arrester Protection)**	
24.1	ความต้องการทั่วไป	24-1/4
24.2	วัสดุอุปกรณ์และการติดตั้ง	24-1/4
24.3	การรับประกัน	24-3/4
หมวดที่ 25	**ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ**	25-1/8
25.1	ความต้องการทั่วไป	25-1/8
25.2	รายละเอียดการเสนอราคา	25-1/8
25.3	ลักษณะการทำงานของระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (System Conceptual)	25-2/8
หมวดที่ 26	**ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์**	26-1/11
26.1	วัตถุประสงค์	26-1/11
26.2	มาตรฐานอ้างอิง	26-1/11
26.3	ข้อกำหนดทั่วไป	26-1/11
26.4	ความต้องการทางด้านเทคนิค	26-2/11
26.5	ข้อกำหนกของแผงเซลล์แสงอาทิตย์	26-2/11
26.6	โครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์	26-3/11

26.7	อินเวอร์เตอร์ชนิดต่อร่วมกับระบบไฟฟ้า (Grid Connected Inverter)	26-4/11
26.8	อุปกรณ์ป้องกันและปลดวงจรระบบไฟฟ้า	26-5/11
26.9	ระบบการตรวจวัด บันทึกและแสดงการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์	26-7/11
26.10	ข้อกำหนดการติดตั้งและเดินสายของอุปกรณ์	26-9/11
26.11	เอกสาร คู่มือ การฝึกอบรม	26-10/11

หมวดที่ 27 รายการมาตรฐานผลิตภัณฑ์แนะนำให้ใช้ 27-1/9

หมวดที่ 1 ความต้องการและข้อกำหนดทั่วไป

1.1 บทนำ

เจ้าของโครงการมีความประสงค์จะจัดหาพร้อมติดตั้งเครื่อง วัสดุและอุปกรณ์ ในระบบไฟฟ้า ระบบสื่อสาร ระบบสัญญาณ ตลอดจนอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องอื่นๆ สำหรับใช้งานในโครงการฯ ตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบ และข้อกำหนดที่จะได้กล่าวถึงต่อไป โดยที่ วัสดุและอุปกรณ์ ตลอดจนการติดตั้งระบบต่างๆ ต้องมีความเหมาะสมกับการใช้งาน ภายใต้สภาพภูมิอากาศแวดล้อม ดังต่อไปนี้

1) ความสูงใกล้เคียงระดับน้ำทะเลปานกลาง
2) อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 35.6 องศาเซลเซียส (96 องศาฟาเรนไฮท์)
3) อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 30 องศาเซลเซียส (86 องศาฟาเรนไฮท์)
4) ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ย 79%
5) ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 55%

1.2 ขอบเขตของงาน

1.2.1 ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมแผนงาน กรรมวิธีดำเนินการ ตลอดจนบุคลากร ให้เป็นไปตามข้อกำหนดทุกประการ เพื่อให้งานในความรับผิดชอบ บรรลุผลและประโยชน์สูงสุดแก่ผู้ว่าจ้าง

1.2.2 ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้งและทดสอบเครื่อง วัสดุ-อุปกรณ์ ระบบไฟฟ้า ระบบสื่อสาร ระบบสัญญาณ และอื่นๆ ซึ่งติดตั้งทั้งภายนอกและภายในอาคารดังแสดงไว้ในแบบ และข้อกำหนด เพื่อให้ใช้งานได้สมบูรณ์และถูกต้องตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

1.2.3 เครื่องและอุปกรณ์ทุกชิ้น ต้องเป็นของใหม่ได้มาตรฐานสากล ไม่เคยผ่านการใช้ที่ใดมาก่อนและอยู่ในสภาพเรียบร้อยสมบูรณ์จนถึงวันทำการติดตั้ง

1.2.4 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการจัดเกี่ยวกับการขนส่งเครื่องจักร และอุปกรณ์ถึงบริเวณสถานที่ติดตั้ง รวมทั้งการเก็บรักษาและป้องกันความเสียหายใดอันจะเกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้างจนถึงวันส่งมอบงาน

1.2.5 การติดตั้งการขนส่ง การใช้แรงงาน การเก็บรักษา และการปฏิบัติการต่างๆซึ่งจำเป็นในการดำเนินการติดตั้งให้เป็นไปโดยเรียบร้อย ถูกต้องตามข้อกำหนดและหลักวิชาการทางวิศวกรรม

1.2.6 งานของผู้รับจ้างเริ่มจากการจัดหาและติดตั้งสายไฟแรงสูงและแรงต่ำ จากเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ จนถึงจุดตำแหน่งดวงโคม, เต้ารับไฟฟ้า, เต้ารับโทรศัพท์, และอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆตามระบุไว้ในแบบให้ถูกต้องตามที่กำหนด และสามารถใช้งานได้ดี

1.2.7 วัสดุและอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นสำหรับช่วยให้ระบบใช้งานได้ดี แม้ว่าจะไม่ได้ระบุไว้ในแบบรูปและรายการ แต่หากมีความจำเป็นตามหลักวิชาชีพวิศวกรรมก็เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างต้องจัดหามาติดตั้งในงานเพื่อให้ได้ระบบที่สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้โดยความพิจารณาเห็นชอบของผู้ว่าจ้างโดยจะคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมไม่ได้

1.2.8 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งงานทางไฟฟ้าทั้งหมดที่กำหนดในรายละเอียด และแบบแปลนให้ถูกต้องตามมาตรฐานหรือกฎของการไฟฟ้าฯ ตามมาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าของสำนักงานพลังงานแห่งชาติ ผู้รับจ้างจะต้องรับแก้ไขงานที่ติดตั้งแล้วผิดจากกฎดังกล่าวให้ถูกต้องโดยเร็ว และไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆทั้งสิ้น

1.2.9 ในกรณีที่รายละเอียดขัดกับแบบแปลน หรือผู้รับจ้างมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงรายละเอียดจากแบบแปลนและรายละเอียดประการใด ให้ผู้รับจ้างแจ้งต่อผู้ว่าจ้างทราบทันทีและให้ได้รับความเห็นชอบอนุมัติจากวิศวกรผู้ออกแบบ หรือตัวแทนผู้ว่าจ้างก่อนจึงดำเนินการได้ หากผู้รับจ้างดำเนินการไปโดยพละการ ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างแก้ไขใหม่ตามความเห็นของผู้ว่าจ้างโดยผู้รับจ้างเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายในการนี้เองทั้งหมด

1.2.10 แบบที่แสดงไว้เป็นแบบทั่วไป TYPICAL DIAGRAM ที่แสดงไว้เพื่อให้ผู้รับจ้างทราบถึงแนวทางและหลักการของระบบ รวมทั้งความต้องการของผู้ว่าจ้าง แบบรูปดังกล่าวได้แสดงแนวทางการเดินท่อต่างๆและตำแหน่งที่ติดตั้งและอุปกรณ์ใกล้เคียงกับความจริง อย่างไรก็ตามในการติดตั้งผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบสถาปนิก แบบโครงสร้างและแบบงานระบบอื่นๆที่เกี่ยวข้องทั้งหมดพร้อมทั้งจัดทำแบบงานใช้งานติดตั้ง SHOP DRAWING เสนอให้ผู้ว่าจ้างทำการพิจารณาเห็นชอบก่อนทำการติดตั้งจริงทุกครั้ง เพื่อให้งานติดตั้งดำเนินไปโดยสะดวก ไม่ขัดแย้งกับระบบงานอื่น มีความถูกต้องทางด้านเทคนิคในทุกๆทางและสามารถทำงานในภายหลังได้เป็นอย่างดี

1.2.11 ผู้รับจ้างจะต้องติดต่อกับการไฟฟ้าฯ เพื่อให้มาติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า ตามขนาดและจำนวนที่กำหนดไว้ในแบบ ตรวจแและทดสอบอุปกรณ์และติดตั้งงานผู้รับจ้างจะต้องให้ความสะดวกและร่วมมือกับการไฟฟ้าฯ จนกว่าติดตั้งไฟฟ้าทั้งหมดแล้วเสร็จผ่านการเห็นชอบจากการไฟฟ้าฯจนกระทั่งการไฟฟ้าฯอนุมัติจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ใช้ในอาคารได้

1.2.12 ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมเอกสารหรือข้อมูลต่างๆตามที่การไฟฟ้าฯต้องการเพื่อประกอบการพิจารณาอนุมัติมิเตอร์ไฟฟ้าและจ่ายไฟฟ้าในอาคาร

1.2.13 ค่าใช้จ่าย ค่าธรรมเนียม ค่าตรวจการเดินสายไฟฟ้า ตรวจการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายอื่นๆที่ต้องชำระให้การไฟฟ้าฯ ตามระเบียบของการไฟฟ้าฯ ผู้รับจ้างจะเป็นผู้ชำระให้กับการไฟฟ้าฯ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ทำการติดต่อประสานงานเรื่องที่เกี่ยวข้องในการนี้ทั้งหมดแทนผู้ว่าจ้าง จนกระทั่งมีกระแสไฟฟ้าใช้ในอาคาร

1.2.14 ระบบไฟฟ้า ระบบสื่อสาร ระบบสัญญาณ และอุปกรณ์อำนวยความสะดวกประกอบด้วยรายการดังต่อไปนี้

1)ระบบจ่ายและควบคุมการจ่ายพลังงานไฟฟ้า

2)ระบบไฟฟ้ากำลังและไฟฟ้าแสงสว่าง

3)ระบบการต่อลงดิน

4)ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

5)ระบบคอมพิวเตอร์เครือข่าย

6)ระบบเสียงประกาศส่วนกลาง

7)ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด

8)ระบบภาพและเสียง

9)ระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า

10) ระบบโทรศัพท์

11) ระบบเซลล์แสงอาทิตย์

12) ระบบบริหารควบคุมอาคารอัตโนมัติ

1.3 สถาบันมาตรฐาน

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานทั่วไปของ วัสดุ-อุปกรณ์ การประกอบและการติดตั้งที่ระบุไว้ในแบบ และรายละเอียดประกอบแบบ เพื่อใช้อ้างอิงสำหรับงานตามสัญญาในโครงการนี้ ให้ถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1)	กฎและระเบียบกระทรวงอุตสาหกรรม	(ไทย)
2)	สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กฎและประกาศกระทรวงมหาดไทย	(มอก., ไทย)
3)	มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ในพระบรมราชูปถัมภ์)	(วสท., ไทย)
4)	มาตรฐานการพลังงานแห่งชาติ	(ไทย)
5)	กฎและระเบียบการไฟฟ้าท้องถิ่นที่กำหนด คือ การไฟฟ้านครหลวง หรือ การไฟฟ้าภูมิภาค	(ไทย)
6)	American National Standards Institute	(ANSI, สหรัฐอเมริกา)
7)	American Society of Testing Materials	(ASTM, สหรัฐอเมริกา)
8)	Underwriter Laboratory, Inc.	(UL, สหรัฐอเมริกา)
9)	Factory Mutual Standards	(FM, สหรัฐอเมริกา)
10)	British Standards	(BS, อังกฤษ)
11)	Deutsche Industrials Norms	(DIN, เยอรมัน)
12)	International Electrotechnical Commission	(IEC)
13)	The Institute of Electrical and Electronics Engineers	(IEEE)
14)	Japanese Industrial Standard	(JIS, ญี่ปุ่น)
15)	National Electrical Code	(NEC, สหรัฐอเมริกา)
16)	National Electrical Manufacturers Association	(NEMA, สหรัฐอเมริกา)
17)	National Electrical Safety Code	(NESC, สหรัฐอเมริกา)
18)	National Fire Protection Association	(NFPA, สหรัฐอเมริกา)
19)	Verband Deutscher Electrotechniker	(VDE, เยอรมัน)

1.4 สถาบันตรวจสอบ

ในกรณีที่ต้องทดสอบคุณภาพ วัสดุ-อุปกรณ์ ที่ใช้งานตามสัญญานี้ อนุมัติให้ทดสอบสถาบันดังต่อไปนี้

1.4.1 คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.4.2 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.4.3 กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.4.4 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.4.5 การไฟฟ้าท้องถิ่นที่กำหนด

1.4.6 สถาบันอื่นๆ ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป และได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง

หมวดที่ 2 หน้าที่และความรับผิดชอบ

2.1 พนักงาน

2.1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิศวกร หัวหน้าช่าง และช่างชำนาญงานที่มีประสบการณ์ ความสามารถเหมาะสมกับงานที่ได้รับมอบหมาย โดยมีจำนวนเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงานได้ทันที เพื่อให้งานแล้วเสร็จทันตามกำหนดการของผู้ว่าจ้าง

2.1.2 วิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการของผู้รับจ้าง ต้องได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรควบคุม ตามพระราช-บัญญัติควบคุมวิชาชีพวิศวกรรม เป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินงาน และควบคุมการติดตั้งให้เป็นไปตามแบบรายละเอียด และข้อกำหนด ให้ถูกต้องตามหลักวิชาและวิธีปฏิบัติซึ่งเป็นที่ยอมรับ การลงนามในเอกสารขณะปฏิบัติงาน จะถือเป็นความผูกพันของผู้รับจ้างไม่ว่ากรณีใดๆ ผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริงต่างๆ เพื่อประโยชน์ของตนมิได้

2.1.3 ในกรณีที่คณะกรรมการตรวจการจ้าง พิจารณาเห็นว่าพนักงานของผู้รับจ้างมีคุณสมบัติไม่เหมาะสม ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิที่จะสั่งการให้ผู้รับจ้างจัดหาบุคคลที่เหมาะสมกว่ามาทดแทนได้

2.2 เครื่องมือ-เครื่องใช้

ผู้รับจ้างต้องมีเครื่องมือ เครื่องใช้ และเครื่องผ่อนแรง ที่มีประสิทธิภาพและความปลอดภัย สำหรับใช้ในการปฏิบัติงานเป็นชนิดที่เหมาะสม อีกทั้งจำนวนเพียงพอกับปริมาณงาน คณะกรรมการตรวจการจ้างมีสิทธิ์ที่จะขอให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มจำนวนให้เหมาะสมกับการใช้งาน

2.3 การสำรวจบริเวณก่อสร้าง

ผู้รับจ้าง ต้องสำรวจ ตรวจสอบสถานที่ก่อสร้างก่อนการติดตั้งวัสดุ-อุปกรณ์ ต่างๆ เพื่อศึกษาถึงลักษณะและสภาพทั่วไป ขอบเขตสิ่งก่อสร้างที่มีอยู่ สาธารณูปโภคต่างๆ มีความเข้าใจเป็นอย่างดี ไม่ว่ากรณีใดๆ ผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริง และ/หรือ ข้อมูลที่กล่าวข้างต้น เพื่อประโยชน์ของตนมิได้

2.4 การตรวจสอบแบบ รายการ และข้อกำหนด

2.4.1 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบรายละเอียดจากแบบสถาปัตยกรรม และโครงสร้างพร้อมไปกับแบบทางวิศวกรรมสาขาอื่นๆ ที่ปรากฏในโครงการนี้ก่อนการติดตั้ง วัสดุ-อุปกรณ์ เสมอ เพื่อขจัดข้อขัดแย้ง

2.4.2 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบ รายการ และข้อกำหนดต่างๆ จนเข้าใจถึงเงื่อนไขต่างๆ โดยละเอียด เมื่อมีข้อสงสัยหรือพบข้อผิดพลาดให้สอบถามจากคณะกรรมการตรวจการจ้างโดยตรง

2.4.3 ในกรณีที่เกิดมีความคลาดเคลื่อน ขัดแย้ง หรือไม่ชัดเจนในแบบประกอบสัญญา รายการเครื่อง วัสดุ-อุปกรณ์ และเอกสารสัญญาอื่นๆ ผู้รับจ้างต้องรีบแจ้งให้คณะกรรมการตรวจการจ้างทราบเพื่อขอคำวินิจฉัยทันที คณะกรรมการตรวจการจ้าง จะพิจารณาตัดสินโดยถือเอาส่วนที่ดีกว่า ถูกต้องกว่าเป็นเกณฑ์

2.4.4 ระยะ ขนาด และตำแหน่งที่ปรากฏในแบบประกอบสัญญา ให้ถือตัวเลขเป็นสำคัญ ห้ามใช้วิธีวัดจากแบบโดยตรง ในส่วนที่ไม่ได้ระบุตัวเลขไว้เป็นการแสดงให้ทราบเป็นแนวทางที่ควรจะเป็นไปได้เท่านั้น ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบจากเครื่อง วัสดุ-อุปกรณ์ ที่ได้รับอนุมัติให้ใช้ในโครงการและสถานที่ติดตั้งจริง

2.5 **การจัดทำตารางแผนงาน**

ผู้รับจ้าง ต้องจัดทำตารางแผนงานแสดงรายละเอียดพนักงาน การขนส่งเครื่อง และอุปกรณ์เข้าสถานที่ติดตั้ง การติดตั้ง และการแล้วเสร็จของงานแต่ละขั้นตอน เพื่อประกอบการประสานงานเสนอต่อคณะกรรมการตรวจการจ้างเป็นระยะๆ เพื่อปรับปรุงให้สอดคล้องกับแผนงานก่อสร้างอยู่เสมอ

2.6 **การจัดทำรายงานผลความคืบหน้าของงาน**

ผู้รับจ้าง ต้องจัดทำรายงานการปฏิบัติงานประจำวัน และสรุปผลเป็นรายเดือนส่งให้คณะกรรมการตรวจการจ้าง จำนวน 2 ชุด สำหรับรายงานประจำวัน และ 4 ชุด สำหรับรายงานประจำเดือนทุกสัปดาห์แรกของเดือน ตั้งแต่เริ่มเข้าปฏิบัติงานจนถึงวันส่งมอบงาน

2.7 **การทำงานนอกเวลาทำการปกติ**

หากผู้รับจ้าง มีความประสงค์ที่จะทำงานในช่วงเวลาทำงานที่เกินเวลา 8 ชั่วโมง ในวันทำงานปกติ และทำงานล่วงเวลาในวันอาทิตย์ วันนักขัตฤกษ์ หรือวันที่ทางราชการกำหนดให้เป็นวันหยุดราชการ ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้คณะกรรมการตรวจการจ้างทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 1 วัน เพื่อขออนุมัติทำงานล่วงเวลา โดยคณะกรรมการตรวจการจ้างจะพิจารณาอนุมัติตามความเหมาะสม ในกรณีที่การทำงานนั้นจำเป็นต้องมีคณะกรรมการตรวจการจ้างอยู่ควบคุม ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับภาระออกค่าใช้จ่ายในการทำงานล่วงเวลาของคณะกรรมการตรวจการจ้าง

2.8 **การเสนอรายละเอียด วัสดุ-อุปกรณ์ เพื่อขออนุมัติ**

2.8.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียด (Submital Data)ของวัสดุ-อุปกรณ์ เสนอคณะกรรมการตรวจการจ้างเพื่ออนุมัติก่อนดำเนินการใดๆ อย่างน้อย 30 วัน รายการใดที่ยังไม่อนุมัติ ห้ามนำเข้ามายังบริเวณหน่วยงานโดยเด็ดขาด

2.8.2 รายละเอียด วัสดุ-อุปกรณ์ แต่ละอย่างให้เสนอแยกกัน โดยรวบรวมข้อมูลเรียงลำดับให้เข้าใจง่าย พร้อมทั้งแนบเอกสารสนับสนุน เช่น แค็ตตาล็อก และมีเครื่องหมายชี้บอกรุ่น ขนาด และความสามารถเพื่อประกอบการพิจารณา จำนวน 4 ชุด

2.9 **การติดตั้ง วัสดุ-อุปกรณ์**

ทันทีที่ได้รับการว่าจ้าง ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบใช้งาน (Shop Drawing) ซึ่งแสดงรายละเอียดของเครื่อง อุปกรณ์ ทั้งขนาด ตำแหน่ง และวิธีการติดตั้ง ยื่นขออนุมัติดำเนินการต่อคณะกรรมการตรวจการจ้างล่วงหน้าอย่างน้อย 30 วัน ก่อนการดำเนินการเพื่อติดตั้ง โดยเสนอจำนวนทั้งสิ้น 4 ชุด

2.10 **การแก้ไข-ซ่อมแซม**

2.10.1 ในกรณีที่ผู้รับจ้างละเลย เพิกเฉย ในการดำเนินการ และ/หรือเตรียมการใดๆ จนมีผลทำให้ต้องมีการเปลี่ยนแปลง วัสดุ-อุปกรณ์ ตลอดจนวิธีการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายที่อาจเกิดขึ้นทั้งหมดในทุกกรณี

2.10.2 ผู้รับจ้าง ต้องยอมรับและดำเนินการโดยมิชักช้า เมื่อได้รับรายการให้แก้ไขข้อบกพร่องในการปฏิบัติงานจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดในสัญญา และถูกต้องตามหลักวิชาโดยต้องรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายในการแก้ไข เนื่องจากความบกพร่องต่างๆ ทั้งสิ้น

2.11 การทดสอบเครื่องและระบบ

2.11.1 ผู้รับจ้าง ต้องจัดทำตารางแผนงานแสดงกำหนดการทดสอบเครื่อง และระบบรวมทั้งจัดเตรียมเอกสารแนะนำจากผู้ผลิตในการทดสอบ (Operation Manual) เสนอคณะกรรมการตรวจการจ้างก่อนทำการทดสอบอย่างน้อย 14 วัน

2.11.2 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่องและระบบ ตามหลักวิชาและข้อกำหนด โดยมีตัวแทนผู้ว่าจ้างอยู่ร่วมขณะทดสอบด้วย

2.11.3 รายงานข้อมูลในการทดสอบ (Test Report) ให้ทำเป็นแบบฟอร์มเสนออนุมัติต่อคณะกรรมการตรวจการจ้างก่อนทำการทดสอบ หลังการทดสอบผู้รับจ้าง ต้องกรอกข้อมูลตามที่ได้จากการทดสอบจริง ส่งให้คณะกรรมการตรวจ
การจ้างจำนวน 4 ชุด

2.11.4 ค่าใช้จ่ายต่างๆ เช่น ค่ากระแสไฟฟ้า น้ำประปา แรงงาน ฯลฯ ในระหว่างการทดสอบเครื่อง และระบบอยู่ใความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

2.12 การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่

ผู้รับจ้าง ต้องดำเนินการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ ที่ควบคุมและบำรุงรักษาเครื่องของผู้ว่าจ้าง ให้มีความรู้ ความสามารถในการใช้งาน และการบำรุงรักษาเครื่องเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 15 วัน ติดต่อกัน ภายหลังส่งมอบงาน หรือจนกว่าเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่องของผู้ว่าจ้าง สามารถใช้เครื่องได้ด้วยตนเอง

2.13 การส่งมอบงาน

2.13.1 ผู้รับจ้างต้องเปิดใช้งานเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ หรือพร้อมที่จะใช้งานได้เต็มความสามารถในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงติดต่อกัน โดยค่าใช้จ่ายที่มีทั้งหมด อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

2.13.2 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่อง อุปกรณ์และระบบตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างจะกำหนดให้ทดสอบจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ และแน่ใจว่าการทำงานของระบบที่ทำการทดสอบถูกต้อง ตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

2.13.3 รายการสิ่งของต่างๆ ที่ผู้รับจ้างต้องส่งมอบงานให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน ซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจรับมอบงานด้วยคือ

1) แบบสร้างจริงกระดาษไข จำนวน 1 ชุด
2) แบบสร้างจริงพิมพ์เขียว จำนวน 4 ชุด
3) ไฟล์ AUTO CAD แบบสร้าง จำนวน 1 ชุด
4) หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์ จำนวน 4 ชุด
5) เครื่องมือพิเศษสำหรับใช้ในการปรับแต่ง ซ่อมบำรุงเครื่องจักร อุปกรณ์ ซึ่งโรงงานผู้ผลิตส่งมาให้

6) อะไหล่ต่างๆ ตามข้อกำหนด

2.14 การรับประกัน

2.14.1 หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพ ความสามารถการใช้งานของเครื่อง วัสดุ-อุปกรณ์ และการติดตั้งเป็นเวลา 2 ปี นับจากวันลงนามในเอกสารรับมอบงานแล้ว

2.14.2 ระหว่างเวลารับประกัน หากผู้ว่าจ้างตรวจพบว่าผู้รับจ้างจัดนำ วัสดุ-อุปกรณ์ ที่ไม่ถูกต้องหรือคุณภาพต่ำกว่าข้อกำหนดมาติดตั้ง ตลอดจนงานติดตั้งไม่ถูกต้องหรือไม่เรียบร้อย ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขให้ถูกต้อง

2.14.3 ในกรณีที่เครื่อง วัสดุ-อุปกรณ์ ต่างๆ เกิดชำรุดเสียหายหรือเสื่อมคุณภาพ อันเนื่องมาจากข้อผิดพลาดของผู้ผลิต หรือการติดตั้งในระหว่างเวลารับประกัน ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดีเช่นเดิมโดยมิชักช้า

2.14.4 ผู้รับจ้าง ต้องดำเนินการโดยทันทีที่ได้รับแจ้งจากผู้ว่าจ้างให้เปลี่ยน หรือแก้ไขเครื่องอุปกรณ์ตามสัญญารับประกัน มิฉะนั้นผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะจัดหาผู้อื่นมาดำเนินการ โดยค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบ

2.15 การบริการ

ผู้รับจ้าง ต้องจัดเตรียมช่างผู้ชำนาญในแต่ละระบบไว้สำหรับตรวจสอบ ซ่อมแซม และบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดีเป็นประจำทุกเดือน เป็นระยะเวลา 2 ปี โดยผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงานผลการตรวจสอบเครื่อง อุปกรณ์ ระบบและการบำรุงรักษา เสนอผู้ว่าจ้างภายใน 7 วันนับจากวันตรวจสอบทุกครั้ง

หมวดที่ 3 การดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับงานสถาปัตยกรรมและโครงสร้าง

3.1 การทำช่องเปิด และการตัด-เจาะ

3.1.1 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบช่องเปิดต่างๆ สำหรับติดตั้งงานระบบในความรับผิดชอบ จากแบบสถาปัตยกรรมและโครงสร้าง เพื่อยืนยันความต้องการและความถูกต้อง

3.1.2 ในกรณีที่มีความต้องการแก้ไข ขนาด-ตำแหน่ง ของช่องเปิด หรือต้องการช่องเปิดเพิ่มจากที่ได้จัดเตรียมการให้ตามแบบสถาปัตยกรรมและโครงสร้าง ผู้รับจ้างต้องเสนอขอพร้อมจัดทำแบบ และ/หรือ รายละเอียดแสดงการติดตั้งต่อคณะกรรมการตรวจการจ้างล่วงหน้าอย่างน้อย 45 วัน ก่อนที่ผู้รับจ้างงานก่อสร้าง จะดำเนินการในช่วงงานที่เกี่ยวข้องนั้นๆ

3.1.3 การสกัด ตัด หรือ เจาะ ส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคาร ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดของกรรมวิธีดำเนินงานเพื่อป้องกันผลกระทบที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อส่วนอื่นๆ ได้ เสนอขออนุมัติจากคณะกรรมการตรวจการจ้างก่อนการดำเนินการอย่างน้อย 7 วัน

3.2 การอุดปิดช่องว่าง

3.2.1 ภายหลังการติดตั้ง วัสดุ-อุปกรณ์ ผ่านช่องเปิด หรือ ช่องเจาะใดๆ ก็ตาม ผู้รับจ้างต้องดำเนินการอุดปิดช่องว่างที่เหลือ ด้วยวัสดุและกรรมวิธีที่เหมาะสม โดยต้องได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง

3.2.2 การเลือกใช้วัสดุและกรรมวิธีในการอุดช่องว่างที่กล่าวข้างต้น นอกจากต้องคำนึงถึงการตรวจซ่อมในอนาคตแล้ว ยังต้องคำนึงถึงการป้องกันไฟและควันลาม ตลอดจนการป้องกันเสียงเล็ดลอดโดยตรงอีกด้วย

3.2.3 การอุดช่องว่างในส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคาร ที่เป็นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก และส่วนที่เป็นโครงสร้างเพื่อกันไฟ ต้องใช้วัสดุและกรรมวิธีที่สามารถทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง เว้นแต่จะได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น

3.3 ช่องเปิดเพื่อการซ่อมบำรุง

ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบ และ/หรือแสดงความต้องการ ช่องเปิดที่ใช้เพื่อการตรวจซ่อม (Service Panel) เครื่อง วัสดุ-อุปกรณ์ ภายหลังการติดตั้งงานแล้วเสร็จ โดยต้องเสนอขนาดและตำแหน่งตามความจำเป็นต่อคณะกรรมการตรวจการจ้าง เพื่อพิจารณาดำเนินการตามความเหมาะสม

3.4 การจัดทำแท่นเครื่อง

ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดทำ แท่น ฐาน และอุปกรณ์รองรับน้ำหนักเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ ให้มีความแข็งแรงสามารถการสั่นสะเทือนของ เครื่อง/อุปกรณ์ ขณะใช้งานได้เป็นอย่างดี โดยข้อมูลรายละเอียดขนาด และตำแหน่ง ที่จะจัดทำ ต้องเสนอขออนุมัติจากคณะกรรมการตรวจการจ้างอย่างน้อย 15 วัน ก่อนดำเนินการ

3.5 การยึดท่อและอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร

3.5.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาอุปกรณ์ยึด แขวนท่อ เครื่องและอุปกรณ์ ที่เหมาะสมกับโครงสร้างอาคาร การประกอบโครงเหล็กต้องทำด้วยความประณีตไม่มีเหลี่ยมคมอันอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ ผู้รับจ้างต้องได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการตรวจการจ้างก่อนดำเนินการยึด แขวนใดๆ

3.5.2 Expansion Shield ที่ใช้เจาะยึดในคอนกรีตต้องเป็นโลหะ ตามมาตรฐานของผู้ผลิต และต้องได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง

3.5.3 ขนาดและชนิดของอุปกรณ์ยึด แขวน จะต้องเป็นที่รับรองว่าสามารถรับน้ำหนักได้ โดยมีค่าความปลอดภัยไม่ต่ำกว่า 3 เท่าของน้ำหนักใช้งาน (Safety Factor = 3)

3.5.4 การยึดแขวนกับโครงสร้างอาคาร ต้องแน่ใจว่าจะไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย หรือกีดขวางงานระบบอื่นๆ

3.6 งานติดตั้งในห้องเครื่อง

3.6.1 ผู้รับจ้างต้องวางแผนการติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งแท่นเครื่องต่างๆ โดยไม่เป็นอุปสรรคต่อการดำเนินงานของผู้รับจ้างอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร

3.6.2 แผนงาน ข้อมูล และความต้องการตามความจำเป็น ต้องแจ้งให้ผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารทราบล่วงหน้าเป็นเวลานานพอ เพื่อเตรียมการก่อนการติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ หากผู้รับจ้างละเลยหน้าที่ดังกล่าว โดยมิได้แจ้งให้ทราบล่วงหน้า หรือแจ้งให้ทราบล่าช้าเกินควร ผลเสียหายที่เกิดขึ้นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

3.7 การป้องกันน้ำเข้าอาคาร

การติดตั้ง วัสดุ-อุปกรณ์ ที่ใกล้ชิดกับบริเวณที่มีความชื้นสูง หรือเชื่อมโยงกับภายนอกอาคาร ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียด แสดงวิธีการติดตั้งและเสริมเพิ่มเติม วัสดุ-อุปกรณ์ ต่างๆ ให้คณะกรรมการตรวจการจ้างอนุมัติก่อนดำเนินการใดๆ เพื่อให้การป้องกันน้ำเข้าอาคารเป็นไปอย่างสมบูรณ์

หมวดที่ 4 การประสานงาน

4.1 การให้ความร่วมมือต่อคณะกรรมการตรวจการจ้าง

ผู้รับจ้าง ต้องให้ความร่วมมือต่อคณะกรรมการตรวจการจ้างในการทำงานตรวจสอบ วัด เทียบ จัดทำตัวอย่างและอื่นๆ ตามสมควรแก่กรณี

4.2 การประชุมโครงการ

ผู้รับจ้าง ต้องเข้าร่วมประชุมโครงการและประชุมในหน่วยงานซึ่งจัดให้มีขึ้นเป็นระยะๆ โดยผู้รับจ้างงานอาคารหรือคณะกรรมการตรวจการจ้าง ผู้เข้าร่วมประชุมต้องมีอำนาจในการตัดสินใจสั่งการ และทราบรายละเอียดของโครงการเป็นอย่างดี

4.3 การประสานงานในด้านมัณฑนาการ

หากพื้นที่ใดของอาคารที่เกี่ยวข้องกับการตกแต่ง ทั้งที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างหรือทราบว่าจะมีการตกแต่งในภายหลัง ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับคณะกรรมการตรวจการจ้างโดยใกล้ชิด ตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างร้องขอ

4.4 การติดต่อประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่น ๆ

ผู้รับจ้าง ต้องให้ความร่วมมือในการประสานงานกับผู้รับจ้างอื่นๆ เพื่อให้สอดคล้องกับแผนงาน และความคืบหน้าของโครงการ หากเป็นการจงใจละเลยต่อความร่วมมือดังกล่าวที่ทำให้มีผลเสียหายต่อโครงการ ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะเรียกร้องความเสียหายที่เกิดขึ้นจากผู้รับจ้าง

4.5 สาธารณูปโภค เพื่อใช้ระหว่างการก่อสร้าง

4.5.1 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหาน้ำประปา ไฟฟ้า โทรศัพท์ ฯลฯ ซึ่งเกี่ยวพันกับระบบงานในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง สำหรับใช้ในการก่อสร้างตามโครงการ

4.5.2 ผู้รับจ้าง ต้องประสานงานกับผู้รับจ้างงานอาคารเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้าง ซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

4.5.3 ผู้รับจ้าง ต้องให้ข้อมูลกับผู้รับจ้างงานอาคารเกี่ยวกับปริมาณ ขนาด และรายละเอียดอื่นๆ ที่จำเป็น เพื่อรวบรวมและดำเนินการติดต่อกับหน่วยงานต่างๆ ของรัฐ หรือเอกชน ในการขออนุมัติใช้บริการดังกล่าว

4.6 การรักษาความสะอาด

4.6.1 ผู้รับจ้าง ต้องขนขยะมูลฝอย เศษวัสดุ และสิ่งของเหลือใช้ออกจากพื้นที่ปฏิบัติงานทุกวัน โดยนำไปทิ้งรวมกันในบริเวณส่วนกลางที่จัดไว้ให้

4.6.2 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องร่วมเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะมูลฝอยต่างๆ ออกจากบริเวณโครงการ

4.7 **การรักษาความปลอดภัย**

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการรักษาความปลอดภัยด้านต่างๆ ภายในสถานที่ก่อสร้าง โดยถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องเฉลี่ยค่าใช้จ่ายที่มีขึ้นร่วมกับผู้รับจ้างงานอื่นๆ

4.8 **การติดต่อหน่วยงานรัฐและค่าธรรมเนียม**

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องมีหน้าที่เป็นผู้ติดต่อประสานงานกับหน่วยงานของรัฐ (และ/หรือ เอกชน) ในระบบที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้าง เพื่อให้ได้มาซึ่งความสมบูรณ์ของระบบประกอบอาคารนั้น สำหรับใช้ในโครงการ โดยค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการติดต่อดำเนินงานรวมถึงค่าธรรมเนียม และค่าดำเนินการที่เรียกเก็บโดยหน่วยงานของรัฐ ผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้จ่ายให้ตามหลักฐานการรับเงินของหน่วยงานนั้นๆ

หมวดที่ 5 แบบและเอกสาร

5.1 แบบประกอบสัญญา

แบบประกอบสัญญาจ้างเหมาเป็นเพียงแผนผัง เพื่อให้ผู้รับจ้างทราบเป็นแนวทางและหลักการของระบบตามความต้องการของผู้ว่าจ้างเท่านั้น ในการติดตั้งจริง ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบกับแบบสถาปัตยกรรมแบบโครงสร้าง และงานระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกันไปด้วย ทั้งนี้หากจะต้องทำการปรับปรุงงานบางส่วนจากแบบที่ได้แสดงไว้ โดยที่เห็นว่าเป็นความจำเป็นที่จะทำให้การติดตั้งงานระบบถูกต้องได้คุณภาพตามความต้องการแล้ว ผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

5.2 แบบใช้งาน (Shop Drawings)

5.2.1 วิศวกรผู้รับผิดชอบของผู้รับจ้าง ต้องตรวจสอบแบบใช้งานให้ถูกต้องตามความต้องการใช้งานและการติดตั้ง พร้อมทั้งลงนามรับรอง และลงวันที่กำกับบนแบบที่เสนอขออนุมัติทุกแผ่น

5.2.2 ในกรณีที่แบบใช้งานของผู้รับจ้าง แตกต่างไปจากแบบประกอบสัญญา ผู้รับจ้างต้องจัดทำสารบัญรายการที่แตกต่าง และใส่เครื่องหมายแสดงการเปลี่ยนแปลงกำกับ

5.2.3 ผู้รับจ้างต้องศึกษาทำความเข้าใจแบบสถาปัตยกรรม แบบโครงสร้าง แบบตกแต่งภายใน และงานระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกัน รวมทั้งตรวจสอบสถานที่ติดตั้งจริง เพื่อให้การจัดทำแบบใช้งานเป็นไปโดยถูกต้อง และไม่เกิดอุปสรรคกับผู้รับจ้างอื่นๆ จนเป็นสาเหตุให้หมายกำหนดงานโครงการต้องล่าช้า

5.2.4 แบบใช้งานต้องมีขนาดและมาตราส่วนเท่ากับแบบประกอบสัญญา นอกจากแบบขยายเพื่อแสดงรายละเอียดที่ชัดเจนและทำความเข้าใจได้ถูกต้อง ให้ใช้ขนาดและมาตราส่วนที่เหมาะสมตามสากลนิยม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของคณะกรรมการตรวจการจ้าง

5.2.5 คณะกรรมการตรวจการจ้างมีอำนาจ และหน้าที่สั่งการให้ผู้รับจ้างจัดเตรียมแบบขยาย แสดงการติดตั้งส่วนหนึ่งส่วนใดของงานระบบที่เห็นว่าจำเป็น

5.2.6 ผู้รับจ้างต้องไม่ดำเนินการใดๆ ก่อนที่แบบใช้งานจะได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง มิฉะนั้นแล้ว หากคณะกรรมการตรวจการจ้างมีความเห็นให้แก้ไขเพื่อความเหมาะสม ซึ่งแตกต่างไปจากแบบ และ/หรือการติดตั้งที่ได้ขออนุมัติไว้ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขให้ โดยไม่มีเงื่อนไขใดๆ ทั้งสิ้น

5.2.7 แบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติแล้ว มิได้หมายความว่าเป็นการพ้นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง หากคณะกรรมการตรวจการจ้างตรวจพบข้อผิดพลาดในภายหลัง ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง

5.2.8 แบบใช้งานที่ไม่มีรายละเอียดเพียงพอ คณะกรรมการตรวจการจ้างจะแจ้งให้ผู้รับจ้างทราบ และอาจส่งคืนโดยไม่มีการพิจารณาแต่ประการใด

5.3 แบบก่อสร้างจริง (As Built Drawings)

5.3.1 ในระหว่างดำเนินการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบตามที่ติดตั้งจริง แสดงตำแหน่งของเครื่องอุปกรณ์ รวมทั้งการแก้ไขอื่นๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างการติดตั้งส่งให้คณะกรรมการตรวจการจ้างตรวจสอบเป็นระยะๆ

5.3.2 แบบสร้างจริงต้องมี ขนาดและมาตราส่วนเท่ากับแบบประกอบสัญญา และ/หรือแบบใช้งาน นอกจากแบบขยาย ให้ใช้มาตราส่วนตามแบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติ

5.3.3 แบบสร้างจริงต้องจัดสารบัญแบบ โดยอาจจำแนกเป็นส่วนๆ เพื่อสะดวกในการค้นหาเมื่อต้องการใช้งาน

5.3.4 แบบสร้างจริงทั้งหมด ต้องลงนามรับรองความถูกต้องโดยวิศวกรของผู้รับจ้าง และส่งให้คณะกรรมการตรวจการจ้าง 1 ชุด เพื่อตรวจสอบก่อนกำหนดการทดสอบเครื่อง และการใช้งานของระบบ อย่างน้อย 30 วัน

5.4 หนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์

5.4.1 หนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์เป็นเอกสารประกอบการส่งมอบงาน ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมเข้าเล่มเรียบร้อย ส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน

5.4.2 หนังสือคู่มือ ควรแบ่งออกเป็น 4 ภาค คือ

ภาคที่ 1 ประกอบด้วยเอกสารรายละเอียด ข้อมูลของเครื่อง อุปกรณ์ทั้งหมดที่ได้ยื่นเสนอ และได้รับการอนุมัติให้ใช้ในโครงการ (Submittal Data) ประกอบด้วยแค็ตตาล็อก เครื่องอุปกรณ์ แยกเป็นหมวดหมู่ พร้อมทั้งเอกสารแนะนำวิธีการติดตั้ง ซ่อมบำรุงแนบมาด้วย (Installation, Operation And Maintenance Manual) รวมทั้งรายชื่อบริษัทผู้แทนจำหน่ายเครื่องและอุปกรณ์

ภาคที่ 2 ประกอบด้วยรายงานการทดสอบเครื่อง และระบบตามความเป็นจริง (Test Report)

ภาคที่ 3 ประกอบด้วยรายการเครื่องอะไหล่และข้อแนะนำชิ้นส่วนอะไหล่ที่ควรมีสำรองไว้ขณะใช้งาน (Recommend Spare Parts List)

ภาคที่ 4 ประกอบด้วยรายการตรวจสอบ และบำรุงรักษาเครื่องอุปกรณ์แต่ละชนิด

5.4.3 หนังสือคู่มือนี้ ควรแบ่งเล่มเฉพาะสำหรับเครื่องจักร และ/หรืออุปกรณ์ แต่ละชนิด/ประเภท

หมวดที่ 6 เครื่อง วัสดุและอุปกรณ์

6.1 เครื่อง วัสดุและอุปกรณ์ ที่นำมาใช้งาน

6.1.1 เครื่อง วัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งต้องเป็นของใหม่ และไม่เคยถูกนำไปใช้งานมาก่อน คณะกรรมการตรวจการจ้างมีสิทธิ์ที่จะไม่รับสิ่งที่เห็นว่ามีคุณสมบัติและคุณภาพไม่ดีพอ หรือไม่เทียบเท่าตามที่อนุมัติให้นำมาใช้ใน

โครงการ ในกรณีที่คณะกรรมการตรวจการจ้างต้องการให้สถาบันที่เชื่อถือได้เป็นผู้ตรวจสอบ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยออกค่าใช้เอง

6.1.2 หากมีความจำเป็นอันกระทำให้ผู้รับจ้าง ไม่สามารถจัดหา วัสดุ-อุปกรณ์ ตามที่ได้แจ้งไว้ในรายละเอียด หรือแสดงตัวอย่างไว้แก่คณะกรรมการตรวจการจ้างผู้รับจ้างต้องจัดหาผลิตภัณฑ์อื่นมาทดแทน พร้อมทั้งชี้แจงเปรียบเทียบรายละเอียดต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเพื่อประกอบการขออนุมัติต่อคณะกรรมการตรวจการจ้าง

6.1.3 ความเสียหายที่เกิดขึ้นระหว่างการขนส่ง ติดตั้ง หรือการทดสอบ ต้องดำเนินการซ่อมแซม หรือเปลี่ยนให้ใหม่ตามความเห็นชอบของคณะกรรมการตรวจการจ้าง

6.2 การขนส่งและการนำเครื่อง อุปกรณ์ เข้ายังหน่วยงาน

6.2.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่าย และความเสียหายที่เกิดขึ้นในการขนส่งเครื่องอุปกรณ์ มายังหน่วยงานและสถานที่ติดตั้ง

6.2.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำหมายกำหนดการนำเครื่อง อุปกรณ์เข้ายังหน่วยงาน และแจ้งให้คณะกรรมการตรวจการจ้างทราบล่วงหน้า พร้อมทั้งจัดเตรียมสถานที่สำหรับเก็บรักษาโดยประสานงานกับผู้รับจ้างอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

6.2.3 เมื่อเครื่องอุปกรณ์มาถึงหน่วยงาน ผู้รับจ้างต้องนำเอกสารการส่งของให้คณะกรรมการตรวจการจ้างทราบเพื่อที่จะได้ตรวจสอบให้ถูกต้องตามที่ได้อนุมัติไว้

6.3 การจัดเตรียมสถานที่เก็บพัสดุ

ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดเตรียมสถานที่เก็บ เครื่อง วัสดุ-อุปกรณ์ ต่างๆ ในบริเวณที่เหมาะสมแก่วัสดุ-อุปกรณ์ นั้นๆ และกว้างขวางพอที่จะสามารถทำการตรวจสอบ เคลื่อนย้ายได้โดยสะดวก หากมิได้มีการเตรียมการล่วงหน้าเมื่อ วัสดุ-อุปกรณ์มาถึงหน่วยงาน คณะกรรมการตรวจการจ้างอาจไม่อนุญาตให้ทำการขนส่งเข้ายังบริเวณสถานที่เก็บ

6.4 การเก็บรักษาเครื่อง วัสดุและอุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องเก็บรักษาเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ ทั้งในที่เก็บพัสดุเพื่อรอการติดตั้งและที่ติดตั้งแล้วให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย ทั้งนี้เครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ ทั้งหมดยังเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับจ้าง ซึ่งต้องรับผิดชอบต่อการสูญหาย เสื่อมสภาพหรือชำรุด จนกว่าจะได้ส่งมอบงานแล้ว

6.5 ตัวอย่าง วัสดุ-อุปกรณ์ และการติดตั้ง

6.5.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาตัวอย่าง วัสดุ-อุปกรณ์ รวมทั้งเอกสารที่เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษของผู้ผลิตที่แสดงรายละเอียดทางเทคนิค ขนาด และรูปร่างที่ชัดเจนของ วัสดุ-อุปกรณ์ แต่ละชิ้นตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างต้องการ

6.5.2 ในกรณีที่คณะกรรมการตรวจการจ้างมีความประสงค์ให้ผู้รับจ้างแสดงวิธีการติดตั้ง เพื่อเป็นตัวอย่างหรือความเหมาะสมแล้วแต่กรณี ผู้รับจ้างต้องแสดงการติดตั้ง ณ สถานที่ติดตั้งจริงตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างกำหนด เมื่อวิธีและการติดตั้งนั้นๆ ได้รับอนุมัติแล้ว ให้ถือเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติต่อไป

6.6 การแก้ไข เปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุและอุปกรณ์

6.6.1 การเปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุและอุปกรณ์ ที่ผิดไปจากข้อกำหนดและเงื่อนไขตามสัญญาด้วยความจำเป็น หรือความเหมาะสมก็ดี ผู้รับจ้างต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อคณะกรรมการตรวจการจ้าง เพื่อขออนุมัติเป็นเวลาอย่างน้อย 30 วัน ก่อนดำเนินการจัดซื้อหรือทำการติดตั้ง

6.6.2 ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ของผู้รับจ้าง มีคุณสมบัติอันเป็นเหตุให้อุปกรณ์ตามรายการที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้เกิดความไม่เหมาะสม หรือไม่ทำงานโดยถูกต้อง ผู้รับจ้างต้องไม่เพิกเฉยละเลยที่จะแจ้งขอความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้างในการแก้ไข เปลี่ยนแปลงให้ถูกต้องตามความประสงค์ โดยชี้แจงแสดงเหตุผลและหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิต

6.6.3 ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในกรณีดังกล่าวข้างต้น ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้น

6.7 รหัส ป้ายชื่อ และเครื่องหมายของวัสดุ อุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องจัดทำรหัส ป้ายชื่อ และ/หรือลูกศรแสดงทิศทางของเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาติดตั้งในโครงการ เพื่ออำนวยความสะดวกในการตรวจสอบและซ่อมแซมบำรุง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่ปิดมิดชิดซึ่งเข้าถึงได้ จะต้องมีเครื่องหมายที่มองเห็นได้ง่าย

6.8 การป้องกันการผุกร่อน

ผิวงานเหล็กทั้งหมดต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันการผุกร่อน หรือการทาสีก่อนนำไปใช้งาน เครื่อง วัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ผ่านการป้องกันการผุกร่อนและการทาสีมาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต หากตรวจพบว่าการทาสีไม่เรียบร้อย ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซมให้เรียบร้อยจนเป็นที่ยอมรับของคณะกรรมการตรวจการจ้าง

หมวดที่ 7 การทาสีและการป้องกันการผุกร่อน

7.1 ความต้องการทั่วไป

7.1.1 วัสดุ-อุปกรณ์ ทุกชนิด ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันการผุกร่อน และ/หรือการทาสี ตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ ซึ่งเป็นกรรมวิธีที่แนะนำวิธีหนึ่ง อาจมีวิธีที่ดีและเหมาะสมกว่าตามข้อแนะนำของผู้ผลิตวัสดุ และ/หรือสีที่ใช้นั้น โดยได้รับการเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง

7.1.2 การป้องกันการผุกร่อน และการทาสี ต้องดำเนินการก่อนนำ วัสดุ-อุปกรณ์ นั้นๆ เข้าติดตั้งยังสถานที่ใช้งาน เพื่อป้องกันปัญหาการกีดขวางในภายหลัง เว้นแต่คณะกรรมการตรวจการจ้างจะพิจารณาความเหมาะสม

7.1.3 เมื่อติดตั้ง วัสดุ-อุปกรณ์ ต่างๆ เรียบร้อยแล้ว หากพบว่ามีการชำรุดเสียหายของผิวงาน ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซมให้ดีดังเดิม

7.2 การเตรียมและทำความสะอาดผิวงาน

7.2.1 พื้นผิวโลหะที่เป็นเหล็ก หรือโลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก ให้ใช้เครื่องขัดสนิมตามรอยต่อเชื่อมและตำหนิต่างๆ จากนั้นใช้แปรงลวด หรือกระดาษทรายขัดผิวงานให้ปราศจากสนิม หรืออาจใช้วิธีพ่นทราย เพื่อกำจัดคราบสนิมและเศษวัตถุแปลกปลอมออก จากนั้นจึงทำความสะอาดผิวงานให้ปราศจากคราบไขมัน โดยใช้น้ำมันประเภทระเหยไว (Volatile Solavent) เช่น ทินเนอร์หรือน้ำมันก๊าดเช็ดถูหลายๆ ครั้ง ใช้น้ำสะอาดล้างอีกครั้งหนึ่งจนผิวงานสะอาด แล้วจึงเช็ดหรือเป่าลมให้แห้งสนิท

7.2.2 พื้นผิวโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็ก ให้ทำความสะอาดโดยใช้กระดาษทราย (ห้ามใช้เครื่องขัด หรือแปรงลวดโดยเด็ดขาด) แล้วเช็ดด้วยน้ำมันสน

7.2.3 พื้นผิวสังกะสีและเหล็กที่เคลือบสังกะสี ให้ใช้น้ำยาเช็ดถูเพื่อขจัดคราบไขมันและฝุ่นจนสะอาด

7.2.4 พื้นผิวทองแดง ตะกั่ว พลาสติก ทองเหลือง ให้ขัดด้วยกระดาษทราย แล้วใช้น้ำยาเช็ดถูทำความสะอาด

7.3 การทดสอบ

7.3.1 การทาหรือพ่นสีแต่ละชั้น ต้องให้สีที่ทาหรือพ่นไปแล้วแห้งสนิทก่อน

7.3.2 สีที่ใช้ทาหรือพ่น ประกอบด้วยสี 2 ส่วน คือ

1) สีรองพื้นใช้สำหรับป้องกันสนิม และ/หรือเพื่อให้ยึดเกาะระหว่างสีทับหน้ากับผิวงาน
2) สีทับหน้าใช้สำหรับเป็นสีเคลือบขั้นสุดท้าย เพื่อใช้เป็นการแสดงรหัสของระบบต่างๆ ชนิดสีที่ใช้ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม

7.3.3 วัสดุที่เป็นโลหะและใช้งานฝังดินให้เคลือบด้วย Coal Tar Epoxy อย่างน้อย 3 ชั้น

7.3.4 ในกรณีที่มีการซ่อมหรือทาสีใหม่ อันเป็นผลมาจากการเชื่อม การตัด-เจาะ และการทำเกลียว ให้ใช้สีรองพื้นจำพวก Zinc Rich Primer ก่อนลงสีทับหน้า

หมวดที่ 8 รหัส สัญลักษณ์ และ ป้ายชื่อ

8.1 ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างต้องจัดทำรหัส สัญลักษณ์ ตลอดจนป้ายชื่อบน วัสดุ-อุปกรณ์ และท่อร้อยสาย/รางวางสายต่างๆ ในระบบที่รับผิดชอบ เพื่อความสะดวกในการตรวจซ่อมบำรุงในภายหลัง ซึ่งต้องจัดทำให้เรียบร้อยสมบูรณ์ก่อนการส่งมอบงาน

8.2 รหัส

8.2.1 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น กำหนดให้ ท่อร้อยสาย/รางวางสาย ที่ติดตั้งภายในห้องไฟฟ้า และ/หรือห้องเครื่อง ต้องทา หรือ พ่น สีทับหน้า ตามรหัสสีที่กำหนดโดยตลอดแนวที่อยู่ในสายตา ส่วนในบริเวณอื่นๆ รวมทั้งส่วนที่คณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาเห็นว่า การทา หรือพ่น สีทับหน้าตลอดแนวตามกำหนดไม่สามารถกระทำได้ หรือไม่เหมาะสมด้วยประการใดก็ตาม ต้องกำหนดรหัสไว้ที่อุปกรณ์ยึดจับ ท่อร้อยสาย/รางวางสาย และให้ทำรหัสเป็นแถบสีโดยรอบทุกๆ ระยะไม่เกิน 3.00 เมตร มีความกว้างที่เหมาะสมตามขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อร้อยสาย และ/หรือ ตามขนาดความหนาของรางวางสาย

8.2.2 ที่ฝา และกล่องต่อ-แยกสาย/กล่องดึงสาย ให้ทา ชุบ หรือ พ่น สีรหัส ตามกำหนดทั้งด้านนอกและด้านในยกเว้นกล่องสำหรับสวิตช์และเต้ารับ ให้ทาหรือพ่นสีเฉพาะภายในกล่องเท่านั้น

8.3 สัญลักษณ์

8.3.1 ให้มีอักษรสัญลักษณ์บนฝาทั้งด้านหน้าและด้านหลัง กล่องต่อ-แยกสาย/กล่องดึงสาย ทั้งหมด (ยกเว้น กล่องสำหรับติดตั้งสวิตช์และเต้ารับ) โดยขนาดความสูงของตัวอักษรสัญลักษณ์ ต้องเหมาะสมกับขนาดของฝากล่องเหล่านั้น แต่ต้องไม่เล็กกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) หรือตามความเห็นชอบของคณะกรรมการตรวจการจ้าง

8.3.2 ท่อร้อยสายไฟฟ้าตลอดจนรางวางสายไฟฟ้าต่างๆ ให้กำกับเฉพาะอักษรสัญลักษณ์ โดยมีขนาดความสูงของตัวอักษรตามความเหมาะสมกับเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ/ความหนาของรางวางสาย

8.3.3 ให้มีลูกศรสัญลักษณ์ แสดงทิศทางสำหรับสายประธาน และ/หรือสายป้อน ตามความจำเป็นและเหมาะสม

8.4 ป้ายชื่อ

นอกจากต้องมีป้ายชื่อประจำสำหรับแผงสวิตช์ไฟฟ้าทั้งหมดแล้ว ให้พิจารณามีป้าย ชื่อ/หมายเลข วงจรไฟฟ้าของสายประธานและสายป้อนเป็นอย่างน้อย โดยให้ติดไว้บนสายไฟฟ้า ภายในกล่องต่อ-แยก/กล่องดึงสายทุกแห่ง

8.5 ตำแหน่งของ รหัส และสัญลักษณ์

รหัสที่เป็นแถบสีและสัญลักษณ์ซึ่งโดยทั่วไปจะอยู่คู่กัน ต้องอยู่ในตำแหน่งที่สามารถสังเกตเห็นได้ง่ายโดยนอกจากมีตามตำแหน่งข้างต้นแล้ว ยังต้องพิจารณาให้มีในตำแหน่งที่มีการติดตั้งท่อ ผ่านทะลุผนัง และ/หรือพื้น รวมทั้งบริเวณช่องเปิดบริการ (Service Door and Service Panel) ที่สามารถมองเห็นได้

8.6 ขนาดของแถบรหัส และสัญลักษณ์

ขนาดความกว้างของแถบสี รหัส ความยาวของลูกศรสัญลักษณ์ ความหนาของเส้นลูกศร และความสูงของอักษรสัญลักษณ์ ต้องเป็นไปตามกำหนดดังนี้

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ และ ความหนารางวางสายไฟฟ้า	ความกว้างแถบสี และ ความยาวลูกศร	ความสูงตัวอักษร และ ความหนาเส้นลูกศร
20 มม. (3/4") - 32 มม. (1 1/4")	200 มม. (8")	15 มม. (1/2")
40 มม. (1 1/2") - 50 มม. (2")	200 มม. (8")	20 มม. (3/4")
65 มม. (2 1/2") - 150 มม. (6")	300 มม. (12")	32 มม. (1 1/4")

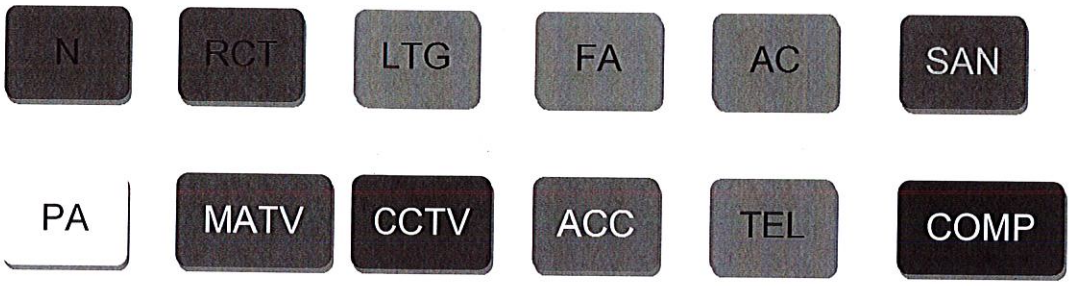
8.7 สี และอักษรสัญลักษณ์

สีที่ใช้ทาหรือพ่น สำหรับเป็นรหัสและทำสัญลักษณ์ต่างๆ รวมทั้งอักษรสัญลักษณ์ที่ใช้ในระบบต่างๆ ของระบบไฟฟ้ากำลังและสื่อสาร ให้เป็นไปตามกำหนดดังนี้

ลำดับที่	รายละเอียด	ตัวอักษร	รหัสสี	สีสัญลักษณ์
1.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้ากำลังปกติ	N	แดงเข้ม	ดำ
2.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้ากำลัง สำหรับวงจรเต้ารับไฟฟ้า	RCT	แดงเข้ม	ดำ
3.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้ากำลัง สำหรับวงจรแสงสว่าง	LTG	แดงอ่อน	ดำ
4.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบสัญญานเตือนเพลิงไหม้	FA	ส้ม	ดำ
5.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าควบคุม/ไฟฟ้ากำลัง สำหรับระบบปรับอากาศ	AC	ฟ้า	ดำ
6.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าควบคุม/ไฟฟ้ากำลัง สำหรับระบบสุขาภิบาล	SAN	ม่วง	ขาว
7.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบเสียง	PA	ขาว	ดำ
8.	ท่อ-ราง สายสัญญาณ วิทยุ-โทรทัศน์รวม	MATV	น้ำตาล	ดำ
9.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบโทรทัศน์วงจรปิด	CCTV	น้ำเงินเข้ม	ขาว
10.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบควบคุมประตูเข้าออก	ACC	น้ำเงินอ่อน	ขาว
11.	ท่อ-ราง สายสัญญาณโทรศัพท์	TEL	เขียว	ดำ
12.	ท่อ-ราง สายสัญญาณคอมพิวเตอร์	COMP.	ดำ	ขาว

ลำดับที่	รายละเอียด	ตัวอักษร	รหัสสี	สีสัญลักษณ์
13.	อุปกรณ์ยึดแขวนท่อร้อยสายไฟฟ้าและสายสัญญาณ		เทาเข้ม	
14.	Distribution Board & Motor Control Board ระบบไฟฟ้าปกติ		งาช้าง	ดำ
15.	Distribution Board & Motor Control Board ระบบไฟฟ้าปกติ		งาช้าง	แดง
16.	BUSBAR และสายไฟฟ้า เฟส A (R)	A	น้ำตาล	---
17.	BUSBAR และสายไฟฟ้า เฟส B (S)	B	ดำ	---
18.	BUSBAR และสายไฟฟ้า เฟส C (T)	C	เทา	---
19.	BUSBAR และสายไฟฟ้าสายศูนย์	N	น้ำเงิน	---
20.	BUSBAR และสายไฟฟ้าสายดิน	GR	เขียว	---

กรณีที่มิได้กำหนดไว้ในรายการข้างต้น ให้ผู้รับจ้างเสนอขอความเห็นจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง


N
RCT
LTG
FA
AC
SAN
PA
MATV
CCTV
ACC
TEL
COMP

หมวดที่ 9 เสาและสายไฟฟ้าแรงสูง

9.1 ความต้องการทั่วไป

ระบบไฟฟ้าแรงสูงของโครงการ ให้ต่อจากสายแรงสูงของการไฟฟ้าฯหรือสายแรงสูงของโครงการ โดยผู้รับจ้างจะต้องติดต่อประสานงานกับเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบ เพื่อตรวจสอบระบบไฟฟ้าแรงสูงของการไฟฟ้าในบริเวณก่อสร้าง และเพื่อจัดเตรียมอุปกรณ์แรงสูงให้ตรงกับข้อกำหนดและระเบียบของการไฟฟ้าฯ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงในบริเวณก่อสร้าง ตามขอบเขตที่ระบุในแบบแปลน ในรายการประกอบแบบ ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงให้ถูกต้องตามกฎและระเบียบของการไฟฟ้าฯหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

9.2 ขอบเขต

(1) ผู้รับจ้าง ต้องเป็นผู้ดำเนินการจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์เชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าแรงสูงของการไฟฟ้าฯ หรือของโครงการตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ ตลอดจนอุปกรณ์ประกอบการเดินสายแรงสูงภายในโครงการ โดยให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าแรงสูงของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

(2) ผู้รับจ้าง ต้องเป็นผู้ดำเนินการติดต่อให้การไฟฟ้าฯ/หน่วยงานอาคารของเจ้าของโครงการ มาเดินสายแรงสูงและทดสอบสายแรงสูงดังกล่าวในหมวด 3 และติดตั้งมิเตอร์แรงสูงให้จนเป็นที่เรียบร้อย

(3) ค่าใช้จ่ายในหมวด 3 และหมวด 11 รวมถึงค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ทั้งหมดให้ผู้รับจ้างรวมอยู่ในรายการเสนอราคาด้วย (ยกเว้นค่าประกันมิเตอร์)

(4) ผู้รับจ้างต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันสัตว์ที่เสาไฟฟ้าทุกต้นภายในโครงการ

9.3 การเดินสายใต้ดิน

(1) ตัวนำต้องเป็นทองแดง (ANNEALED COPPER) ตีเกลียว

(2) ฉนวนเป็น CROSS LINKED POLYETHELENE (XLPE) มีเทปสารกึ่งตัวนำ และ COPPER TAPE เป็น CONDUCTOR SHIELD และมีเปลือกนอก (JACKET) เป็น PVC

(3) อุณหภูมิใช้งานสูงสุด (MAXIMUM OPERATING TEMPERATURE) 90 องศาเซลเซียส

(4) เคเบิล ต้องเป็นชนิดแกนเดี่ยว

(5) คุณสมบัติอื่นๆต้องเป็นไปตามICEA (INSULATED CABLE ENGINEERS ASSOCAIATION)และมาตรฐานการไฟฟ้าฯ

9.4 การติดตั้ง ให้เป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ

(1) การตัดต่อหรือแยกสายไฟฟ้าแรงสูงให้ทำได้ใน HANDHOLE, MANHOLE และสวิทซ์เกียร์ไฟฟ้าแรงสูงเท่านั้น การต่อสายตัวนำให้ใช้ปลอกชนิดแรงกลอัด (COMPRESSION CONNECTOR) แล้วหุ้มส่วนตัวนำด้วยชุดฉนวน (SPLICING KIT) และติดตั้งตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

(2) ให้มีกรรมวิธีป้องกันความชื้นที่ปลายสายทั้งสองข้างของสายไฟฟ้าแรงสูง โดยใช้ TERMINATION KIT ที่เหมาะสม และติดตั้งตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

9.5 **การทดสอบ**

ต้องให้การไฟฟ้าฯ ทดสอบอุปกรณ์แรงสูงต่าง ๆ รวมทั้งตรวจวัดค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้า ให้อยู่ในเกณฑ์ที่การไฟฟ้าฯ ยอมรับได้

9.5.1 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ทั้งหมด

9.5.2 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (FEEDER) ต่าง ๆ

9.5.3 ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง

9.5.4 ตรวจสอบตามมาตรฐานของการไฟฟ้าท้องถิ่น

หมวดที่ 10 หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดน้ำมัน

10.1 ข้อกำหนดทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ให้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านการสร้างคุณสมบัติ สมรรถนะ ตลอดจนการติดตั้งและการ ทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังชนิดน้ำมัน (Oil Immersed Type) ชนิดติดตั้งภายนอก (Outdoor Type) ตามมาตรฐานการไฟฟ้า ตามประเภท ขนาด และจำนวนที่ระบุในแบบและข้อกำหนดนี้

ผู้ผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องเป็นบริษัทฯ ที่ได้รับความเชื่อถือด้านคุณภาพ ทั้งตัวผลิตภัณฑ์ และงานบริการ โดยผู้ผลิตจะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อย ดังนี้

- ต้องได้รับการรับรองมาตรฐานคุณภาพ ISO 9001 และ ISO 14000 จากสถาบัน รับรองมาตรฐานไอเอสโอ หรือเทียบเท่า
- ต้องมีตัวอย่างผลทดสอบการลัดวงจร (Short Circuit Test) จากสถาบันที่เชื่อถือได้เพื่อประกอบการพิจารณา
- ผู้ผลิตต้องมีศูนย์บริการหลังการขายที่น่าเชื่อถือและได้รับการรับรอง คุณภาพ ISO 9001 ด้วยเช่นกัน
- ผู้ผลิตต้องมีประสบการณ์ในการผลิตหม้อแปลง ตามข้อกำหนด ด้านการออกแบบและการผลิต ไม่ต่ำกว่า 10 ปี

10.2 มาตรฐาน (Standard)

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น หม้อแปลงไฟฟ้ากำลังแบบ Oil Immersed ต้องผลิตและมีคุณสมบัติตามมาตรฐานดังนี้

- IEC 76-1 ถึง 76-5	Power Transformer
- ANSI C 57.12.00-1980	General Requirement For Liquid-Immersed Distribution Power and Regulating Transformer
- ANSI C 57.12.00-1997	Requirement For Transformer 230,000 Volts and Below 833/958 Through 8333/10417 KVA Single Phase and 750/862 Through 60,000/80,000/100,000 KVA Three-Phase
- TIS 384-1982	Standard For Power Transformer ทั้งนี้ต้องเป็นที่ยอมรับของการไฟฟ้า ฯ ด้วย

10.3 พิกัดทั่วไปของหม้อแปลงไฟฟ้า (Rating)

นอกจากจะได้ระบุเฉพาะไว้เป็นอย่างอื่น หม้อแปลงไฟฟ้ากำลังต้องมีพิกัดต่างๆ ดังนี้

หม้อแปลงไฟฟ้าต้องผลิตขึ้นตามมาตรฐาน IEC 60076 หรือ มอก.384-2543 โดยเป็นที่ยอมรับของการไฟฟ้าฯ และมีคุณสมบัติ ดังนี้

Rated power output (kVA)	ตามที่ระบุในแบบ
Number of phase	3 phase
Rated Frequency	50Hz.
Type of Transformer	Oil-immersed transformer O Hermetically Sealed type O fully with oil filled

Cooling System	ONAN
Rated Primary voltage	22 kV. สำหรับภูมิภาคและ 24kv. สำหรับนครหลวง
Off-load tap changer	+/- 2 x 2.5% on HV. Side สำหรับภูมิภาคและ -4 x (-2.5%) on HV. side สำหรับนครหลวง
Rated Secondary voltage	400/230 V. สำหรับภูมิภาคและ 416/240V. สำหรับนครหลวง
Rated Basic Impulse level(BIL)	125 kV. peak
Rated No-load loss	ตามมาตรฐานผู้ผลิต
Rated Load loss ที่ 75 ºC	ตามมาตรฐานผู้ผลิต
Percent impedance voltage	4 – 6 %
Vector group	Dyn11สำหรับภูมิภาคและ Dyn1สำหรับนครหลวง
Temperature rise of winding	65 ºC
Temperature rise of top oil	60 ºC

10.4 โครงสร้าง

1) Iron Core สร้างขึ้นด้วย High Grade Non aging Grain Oriented Sillicon Steel Lamination ซึ่งมี Magnetic Permeability สูง และ Eddy Current Loss ต่ำ Iron Core นี้ต้องถูกยึดแน่นไว้อย่างแข็งแรงเพื่อไม่ให้เกิดการหลุดเลื่อนหรือเคลื่อนตัวของ Steel Laminate Sheet

2) HV.Winding ต้องเป็นโลหะทองแดงเคลือบหรือหุ้มด้วยฉนวน ซึ่งสามารถทนต่อ Insulation Level และ Temperature Rise ที่กำหนดได้ การออกแบบสร้างต้องสามารถทนต่อ Mechanical Strength หรือ Thermal Effect อันอาจเกิดจากการ Short Circuit ที่เกิดขึ้นได้

LV.Winding ต้องทำด้วยทองแดงแผ่นบาง (Copper Foil) เพื่อลดแรงในแนวแกน และสามารถทนต่อสภาวะ Short Circuit ได้ดีที่สุด ตัว Core และ Winding เมื่อประกอบเข้าด้วยกัน จะต้องผ่านกรรมวิธีอบแห้งในสูญญากาศ เพื่อกำจัดอากาศและความชื้น ก่อนจะประกอบเข้ากับ Oil Tank เพื่อบรรจุน้ำมัน

3) ตัวถังหม้อแปลงจะต้องเป็นแบบปิดผนึกโดยสมบูรณ์ ไม่มีโพรงอากาศอยู่ภายใน เพื่อจุดประสงค์ในการป้องกันความชื้นและก๊าซที่มีผลทำให้น้ำมันหม้อแปลงเสื่อมสภาพ ครีบระบายความร้อนแต่ละด้านต้องเป็นแบบ Corrugated Fin จะต้องออกแบบให้ขยายตัวได้เพื่อรองรับปริมาณน้ำมันที่เพิ่มขึ้นขณะใช้งาน โดยไม่มีการรั่วซึมหรือยุบสลาย

4) Transformer Oil จะต้องผ่านการกรอง และมี Dielectric Strength เป็นไปตามมาตรฐานและ/หรือตามที่กำหนดโดยการไฟฟ้าฯ

10.5 อุปกรณ์ประกอบ (Accessories)

หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง ต้องมีอุปกรณ์ประกอบอย่างน้อยดังต่อไปนี้

* Dial Type Thermometer with Maximum Temp. Pointer ซึ่งต้องมีอย่างน้อย 2 Change Over Contacts โดยมี 2 Set points with Separate Adjustment สำหรับกำหนดค่าอุณหภูมิ หรือ Alarm และ Trip เมื่อ

เกิด Over Temperature ในตัวหม้อแปลง (อุณหภูมิที่ Alarm และ Trip ให้กำหนดตามคำแนะนำของผู้ผลิตหม้อแปลง)

* Oil Drain Valve และ Plug
* Oil Filling Pipe
* Off-Load Tap Changer
* Pressure relief valve
* Oil level indicator
* Nameplate แสดงรายละเอียดของหม้อแปลงนั้นๆ
* อุปกรณ์อื่นๆ ตามมาตรฐานของผู้ผลิต

10.6 การติดตั้ง

ให้ติดตั้งตามตำแหน่งที่ระบุในแบบหรืออาจเปลี่ยนแปลงได้เพื่อความเหมาะสม โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการตรวจการจ้าง และ/หรือผู้ว่าจ้างทั้งนี้ต้องไม่ขัดต่อระเบียบของการไฟฟ้าฯ

10.7 การทดสอบ

หม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต โดยมีรายการทดสอบอย่างน้อยดังต่อไปนี้

1) การวัดค่าความต้านทานของขดลวด Measurement of Winding Resistance
2) การวัดค่าแรงดันอิมพีแดนซ์ Measurement of Impedance Voltage
3) การวัดค่าการสูญเสียกำลังไฟฟ้ามีโหลด Measurement of Load Loss
4) การวัดค่าการสูญเสียกำลังไฟฟ้าไม่มีโหลด Measurement of no Load Loss
5) การวัดกระแสไม่มีโหลด Measurement of no Load Current
6) การวัดค่าความต้านทานของฉนวน Measurement of Insulation Resistance
7) การวัดอัตราส่วนของแรงดัน Measurement of Voltage Ratio
8) การตรวจสอบโพลาริตี้และกลุ่มแวกเตอร์ Check of Polarity and Vector Group
9) การทดสอบความทนต่อแรงดันเกิน Induced Voltage Test
10) การทดสอบความทนต่อแรงดันจากตัวจ่ายอื่น Applied Voltage Test และหม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องผ่านการทดสอบและอนุมัติจากการไฟฟ้าฯ ก่อนจ่ายไฟฟ้าเข้าหม้อแปลง

10.8 การรับประกัน

ผู้รับจ้างจะต้องประกันผลงานในระยะเวลา 2 ปี จากวันที่ผู้ว่าจ้างตรวจรับงานแล้ว ในระหว่างระยะเวลาประกัน หากมีการชำรุดเสียหายอันเนื่องมาจากการออกแบบหรือการติดตั้งบกพร่อง หรือจากการใช้งานอุปกรณ์ตามปกติ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบและเร่งดำเนินการแก้ไขให้ใช้การได้ดี โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ เพิ่ม

หมวดที่ 11 แผงไฟฟ้าแรงต่ำ

11.1 ความต้องการทั่วไป

11.1.1 ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านออกแบบและสร้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำซึ่งประกอบด้วยแผสวิตช์ไฟฟ้าประธานปกติ (Main Distribution Board, MDB), แผงสวิตช์ไฟฟ้าฉุกเฉิน (Emergency Distribution Panel, EDP) และแผงสวิตช์ไฟฟ้ารองทั่วไป (Sub Distribution Board, SDB or Feeder Board)

11.1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งแผงสวิตช์ฯพร้อมอุปกรณ์ต่างๆ ไว้ในห้องและ/หรือ สถานที่ที่จัดเตรียมไว้

11.1.3 การจัดสร้างแผงสวิตช์ฯ ที่ประกอบในประเทศไทย ผู้ผลิตต้องมีมาตรฐานการรับรองโดย มาตรฐานสากล ISO 9001: 2000 มาตรฐานอุตสาหกรรมหรือ มอก. 1436–2540 โดยผู้ผลิตจะต้องมีสามัญวิศวกรไฟฟ้าแขนงไฟฟ้ากำลังเป็นผู้ควบคุมรับผิดชอบการผลิต และการติดตั้งแผงสวิตช์ ฯ

11.1.4 การจัดสร้างแผงสวิตช์ ฯ ต้องทำด้วยฝีมือช่างที่ดี วัสดุที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติเท่ากับหรือดีกว่า คุณสมบัติที่จะกล่าวในข้อกำหนดนี้ อุปกรณ์ที่ใช้ในแผงสวิตช์ต้องมีคุณสมบัติใช้ได้ตามมาตรฐานนั้นๆ ที่ระบุให้เลือกใช้ในข้อกำหนด

11.1.5 สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติหรือ Molded Case Circuit Breaker ทุกตัวที่ใช้ในแผงสวิตช์ ฯ จะต้องผลิตโดยผู้ผลิตรายเดียวกัน ยกเว้น Main Circuit Breaker Tie Circuit Breaker และ Automatic Transfer Switch (ATS) ให้ใช้จากผู้ผลิตรายอื่นได้ แต่ต้องได้รับความยินยอมจากผู้ว่าจ้าง

11.1.6 ก่อนสั่งซื้อหรือจัดสร้างแผงสวิตช์ ฯ ผู้รับจ้างต้องส่ง Shop Drawing และรายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ทุกชนิดตามรายการ ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความยินยอมก่อน

11.1.7 ขนาดของแผงสวิตช์ ฯ ให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบ และ / หรือ ในรายการ ให้ถือเป็นขนาดขั้นต่ำ แต่ถ้าหาสวิตช์ตัดตอน และอุปกรณ์อื่นที่ใช้มีขนาดใหญ่กว่าขนาดของแผงสวิตช์ให้ใหญ่ขึ้น โดยถือรวมอยู่ในงานเป็นราคาเหมาะสมที่จะไม่มีการเพิ่มราคาจากราคาที่เสนอไว้

11.2 พิกัดของแผงสวิตช์ ฯ

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้แผงสวิตช์ ฯ ที่กล่าวถึงรวมทั้งวัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีการออกแบบสร้างตาม NEMA, IEC และมาตรฐานอื่น ๆ ตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดไว้แต่ต้องไม่ขัดต่อระเบียบและมาตรฐานการไฟฟ้าที่กำหนดไว้แผงสวิตช์ ฯ ต้องมีคุณสมบัติใช้ได้ตามความต้องการของ NEC CODE ข้อ 384 โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อย ดังต่อไปนี้

RATED SYSTEM VOLTAGE	:	416 / 240 VOLT.
SYSTEM WIRING	:	3 PHASES , 4 WIRES SOLIDLY GROUNDED.
RATED FREQUENCY	:	50 HZ.
RATED CURRENT	:	ตามระบุในแบบ
RATED SHORT- TIME WITHSTAND ICW	:	ไม่น้อยกว่า 75 kA 1 S (Main Circuit)
RATED PEAK WITHSTAND	:	1,000 VOLT.
CONTROL VOLTAGE	:	220 – 240 VAC.

TEMPERATURE RISE	:	ตาม IEC 60439 - 1
FINISHING OF CABINET	:	ELECTRO PLATED ZINC TO BS 1706 and EPOXY–POLYESTER POWDER PAINT COATING
FORMS OF INTERNAL	:	FORM 3b
TYPE OF CABINET	:	Dead Front with Rotary Handles.
DEGREE OF PROTECTION	:	IP 33 สำหรับงานภายในอาคาร
	:	IP 54 สำหรับงานภายนอกอาคาร

11.3 ลักษณะโครงสร้างและการจัดสร้างแผงสวิตซ์ ฯ

11.3.1 แผงสวิตซ์ที่ใช้เป็นแบบตั้งพื้น (Floor Standing) ชนิด Dead – Front โครงสร้างของแผงสวิตซ์ ฯ ต้องเป็นแบบ Modularized Design System, Self – Standing Metal Structure โดยโครงสร้างรอบนอกที่เป็นส่วนเสริมความแข็งแรงทำด้วยเหล็กหนาอย่างน้อย 2.0มม. เชื่อมติดกันหรือยึดติดกันด้วยสลักและแป้นเกลียวถ้าแผงสวิตซ์ ฯ มีหลายส่วน

11.3.2 ลักษณะของแผงสวิตซ์ ฯต้องจัดแบ่งออกเป็นส่วน ๆ (Vertical Section) อย่างสมบูรณ์ สามารถแยกจากกันเป็นอิสระได้โดยง่าย แต่ละส่วนต้องมีขนาดอยู่ในช่วงที่กำหนดดังนี้

ความสูง	:	ไม่เกิน 2,200 มม.
ความกว้าง	:	ระหว่าง 300 – 1,000 มม.
ความลึก	:	ระหว่าง 600 – 1,000 มม.

11.3.3 ภายในของแผงสวิตซ์ฯ แต่ละส่วนต้องจัดแบ่งภายในออกเป็นช่อง ๆ(Compartment) อย่างน้อย 4 ช่องดังนี้

1) Circuit Breaker Compartment สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าต่าง ๆ
2) Metering & Control Compartment สำหรับติดตั้งอุปกรณ์เครื่องวัด, อุปกรณ์ป้องกันรวมทั้งTerminal Block สำหรับต่อสายระบบควบคุมและสัญญาณเตือน โดยปกติช่องนี้ให้จัดไว้ที่ส่วนบนของแผงสวิตซ์
3) Bus bars Compartment เป็นช่องสำหรับติดตั้ง Bus bars ทั้ง Horizontal และ Bus bars ปกติให้จัดอยู่ในส่วนหลังของแผงสวิตซ์
3) Cable Compartment จัดไว้สำหรับเป็นช่องวางสายไฟฟ้ากำลัง (power-Cable) เข้า – ออกจากแผงสวิตซ์ ฯ แต่ละช่องที่กล่าวแล้ว ต้องมีแผ่นวัสดุกั้นแยกกันไว้เพื่อไม่ให้มีการสัมผัสถึงจากช่องหนึ่งไปยังอีกช่องหนึ่งได้โดยง่ายแต่ละส่วนของแผงสวิตซ์ ฯ มีแผ่นโลหะกั้นแยกส่วนภายในออกจากกัน (Sheet Metal Safety Partition) แผ่นกั้นช่องและแยกส่วนของแผงสวิตซ์ ฯ ต้องเป็นแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 2 มม.

11.3.4 ฝาด้านหน้าเป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ โดยมีด้านหนึ่งยึดด้วยRemovable Pin Hidden Hinges ส่วนอีกด้านหนึ่งให้เป็น Screw Lock หรือ Key Lock เพื่อความสะดวกในการเปิด / ปิด ถอดฝาได้ง่าย บานประตูต้องแข็งแรงไม่บิดงอฝาสำหรับ Metering and Control Compartment ให้แยกเป็นอีกฝาหนึ่ง

11.3.5 ฝาปิดด้านหลังทั้งหมด ให้ใช้แบบถอดได้ ยึดด้วยสปริง (Snap–On Lid) หรือแบบอื่นที่สามารถถอดฝาเปิด/ปิดได้ง่ายโดยต้องได้รับการพิจารณาให้ความยินยอมจากวิศวกรก่อน และให้เจาะรูระบายอากาศ

(Drip–Proof Louver)โดยมีแผ่นเหล็กชนิดรูพรุน (Pertorated Sheet Metal) ติดด้านในที่ฝาปิดด้านข้างและที่ฝาปิดด้านหลัง

11.3.6 ฝาด้านข้างริมนอกทั้ง 2 ด้าน ให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบหรือพับขึ้นขอบรูปด้านละ 1 ชิ้น ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ ฯด้วยสกรูหรือสลัก และแป้นเกลียว ขนาดและจำนวนที่เหมาะสมให้มีความแข็งแรงแต่ในกรณีที่ต้องใช้แผงสวิตช์ ฯหลายส่วน (Verticle Section)เรียงต่อกันให้ใช้ฝากั้นระหว่างส่วน (Sheet Metal Safety Partition) ต้องเป็นแผ่นเหล็กเรียบหนาไม่น้อยกว่า1.6 มม. โดยมีช่องเจาะทะลุถึงกันเพียงพอตามต้องการ

11.3.7 ฝาด้านบน ให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ แบ่งอย่างน้อยเป็น 2 ชิ้น โดยชิ้นหนึ่งเป็นฝาปิดเฉพาะส่วน Cable – Compartment ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ ฯ ด้วยสกรูหรือสลัก และแป้นเกลียว ขนาดและจำนวนเหมาะสม ให้มีความแข็งแรง

11.3.8 ส่วนฝาทุกด้าน รวมทั้งแผ่นกั้นช่องต้องเป็นแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มม. และฝาของแผงสวิตช์ฯ ทุกด้านต้องมีสายดินบริภัณฑ์ โดยใช้ทองแดงชุบแบบถักต่อลงดินที่โครงของแผงสวิตช์

11.3.9 การประกอบแผงสวิตช์ ต้องคำนึงถึงกรรมวิธีระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายในโดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติทั้งนี้ให้เจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝาอย่างเพียงพอพร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (Insect Screen)

11.3.10 การป้องกันสนิมและการทาสีให้เหล็กและแผ่นเหล็กทุกชิ้นที่ใช้เป็นเหล็กชุบ (Electrogalvanized Steel) หรือชุบป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่น ที่เทียบเท่าหรือดีกว่า

11.3.11 กรรมวิธีป้องกันสนิมและการพ่นสีโลหะชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กทุกชิ้น ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมแล้วพ่นสีทับตามวิธีข้างล่าง

11.3.12 ชิ้นส่วนที่เป็นอลูมิเนียมและโลหะไม่เป็นสนิมชนิดอื่น ถ้ากำหนดไว้ให้พ่นสีก็ให้ใช้วิธีการเดียวกันกับที่กำหนดแต่ไม่ต้องล้างด้วยน้ำยากันสนิม

11.3.13 วิธีทำความสะอาดโลหะ

1) ทำการขัดผิวโลหะให้เรียบและสะอาด
2) ทำการล้างแผ่นโลหะเพื่อล้างไขมัน หรือน้ำมันออกจากแผ่นโลหะสะอาด(Degreasing)
3) เฉพาะแผ่นเหล็ก ถ้ามีร่องรอยของการเกิดสนิม และไม่ใช่แผ่นเหล็กใหม่ ต้องล้างด้วยน้ำยาล้างสนิมเพื่อให้สนิมเหลืออยู่หลังการขัดหลุดออกทั้งหมด น้ำยาล้างสนิมให้ใช้ของICI หรือเทียบเท่า

11.3.14 การเคลือบผิวชั้นแรก ให้ใช้วิธีชุบสังกะสี โดยวิธีชุบสังกะสี โดยวิธีชุบไฟฟ้า หรือ ELECTROPLATED ZINC ตามมาตรฐาน BS 1706

11.3.15 การพ่นสีชั้นนอกให้ใช้สีผงอีพ็อกซี่ / โพลีเอสเตอร์อย่างดีพ่นให้ทั่วอย่างน้อยความหนาสี 60 ไมครอน แล้วอบด้วยความร้อน 200 องศาเซลเซียส

11.4 บัสบาร์และการติดตั้งแผงสวิตช์ ฯ

11.4.1 บัสบาร์ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% ที่ผลิตขึ้นสำหรับใช้กับงานไฟฟ้าโดยเฉพาะ โดยผลิตตามมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ

11.4.2 บัสบาร์มีขนาดตามที่กำหนดในแบบ และมีความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าตามมาตรฐาน DIN43671 หรือ IEC 60439 – 1 โดยให้คิดแบบ พ่นสี / ทาสี (Coated / Painted) หรือหุ้มด้วย HEAT SHRINK และ

ได้รับการบยอมรับตามมาตรฐานที่การไฟฟ้านครหลวงกำหนดตัวนำ (Conductor) ทำด้วยทองแดงทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่าขนาดCIRCUIT BREAKER ที่กำหนดในแบบ โดยทาสีแสดงเฟสเป็นช่วง ๆ ช่วงละประมาณ 10 ซม. โดยกำหนดสีดังนี้

PHASE A	:	สีน้ำตาล
PHASE B	:	สีดำ
PHASE C	:	สีเทา
NEUTRAL	:	สีฟ้า
GROUND	:	สีเขียวหรือสีเขียวคาดเหลือง

11.4.3 ขนาดของบัสบาร์ เส้นศูนย์ให้มีขนาดเท่ากับเส้นเฟสหรือตามที่กำหนด ขนาดบัสบาร์เส้นดิน (Ground Bus) ให้ใช้ทองแดงที่มีความสามารถรับกระแสได้ไม่น้อยกว่า 25% ของเส้นเฟสแต่ทั้งนี้ MAIN BUSBARSทั้งเส้นเฟส, เส้นศูนย์และเส้นดินต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า95 ตารางมิลลิเมตร สำหรับแผงสวิตช์ ฯ ที่ใช้ Main Breaker มีขนาดไม่เกิน800แอมแปร์เส้นศูนย์และเส้นดินต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า120 ตารางมิลลิเมตร สำหรับแผงสวิตช์ ฯ ที่ใช้ Main Breaker มีขนาดเกิน800แอมแปร์

11.4.4 การติดตั้งเมนบัสบาร์ให้ใช้แนวนอนและฟีดเดอร์บัสบาร์ให้ใช้แบบตั้งการจัด BUSBAR ทั้ง PHASE to PHASE และ PHASE to GROUND ต้องจัดให้ส่วนที่เป็นตัวนำไฟฟ้า (Live Part) มีระยะห่างกันได้ไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตรในกรณีที่ไม่สามารถจัดระยะตามที่กำหนดนี้ได้ให้หุ้มด้วยฉนวนไฟฟ้าที่ถูกออกแบบให้ใช้หุ้มบัสบาร์โดยเฉพาะ และมีสีของฉนวนตรงตามรหัสสีของบัสบาร์ที่กำหนด ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าของบัสบาร์ที่อาจลดลง

11.4.5 การจัดเรียงบัสบาร์ในแผงสวิตช์ ฯ ให้จัดเรียงตาม LINE 1,2,3 โดยเมื่อมองเข้ามาด้านหน้าของสวิตช์ ฯ ให้มีลักษณะเรียงจากหน้าไปหลังหรือจากด้านบนลงมาด้านล่าง หรือ จากซ้ายมือไปขวามือ อย่างใดอย่างหนึ่ง

11.4.6 บัสบาร์ที่ติดตั้งตามแนวนอน (รวมทั้ง Neutral Bus และ Ground Bus) ต้องมีความยาวตลอดเท่าความกว้างของแผงสวิตช์ ฯ ทั้งชุด

11.4.7 บัสบาร์เส้นดินต้องต่อกับโครงของแผงสวิตช์ทุก ๆส่วน และต้องมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าที่มั่นคงถาวร บัสบาร์เส้นดินและเส้นศูนย์ต้องมีพื้นที่และสิ่งอำนวยความสะดวกเตรียมไว้สำหรับต่อสายดินของบริภัณฑ์

11.4.8 BUSBAR HOLDERSต้องเป็นวัสดุประเภท FIBERGLASS REINFORCED POLYESTER หรือ EPOXY – RESIN แบบสองชิ้นประกบ BUSBAR โดยยึดด้วย BOLT และ NUT หุ้มSPACER ที่เป็นฉนวนไฟฟ้า

11.4.9 BUSBAR และ HOLDERS ต้องมีข้อมูลทางเทคนิค และผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรงใดๆที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรด้านแรงต่ำของหม้อแปลงไฟฟ้าแต่ต้องไม่ต่ำกว่าที่การไฟฟ้านครหลวงกำหนด โดยไม่เกิดการเสียหายใดๆ รวมทั้งBOLTS และ NUTS ต้องทนต่อแรงเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกัน

11.5 สายไฟฟ้าสำหรับภายในแผงสวิตช์ ฯ

11.5.1 สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากันอุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้ากับ TERMINAL BLOCK ให้ใช้สายชนิด FLEXIBLE ANNEALED ให้ใช้ชนิดทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลท์ฉนวน ทนความร้อนได้ 70 องศาเซลเซียส สายไฟฟ้าหลายเส้นที่เดินไปด้วยกันให้สีต่างกันเพื่อ

ความสะดวกในการบำรุงรักษาโดยต้องระบุไว้ในแบบ (As built Drawing) ขนาดของสายไฟฟ้าต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามต้องการ แต่ไม่เล็กกว่ากำหนดดังนี้

CURRENT CIRCUIT	:	4.0 ตารางมิลลิเมตร
VOLTAGE CIRCUIT	:	2.5 ตารางมิลลิเมตร
CONTROL CIRCUIT	:	1.5 ตารางมิลลิเมตร
GROUND สำหรับบานประตู	:	10 ตารางมิลลิเมตร

11.5.2 การต่อวงจรเพื่อการกำลัง การต่อวงจรเพื่อการกำลังในแผงจ่ายไฟ เช่นระหว่างบัสบาร์กับสวิตช์ตัดตอนเป็นต้น ให้ต่อด้วยสายไฟฟ้าหุ้มฉนวนชนิดทนแรงดันได้750โวลท์ และทนความร้อนได้ไม่นอยกว่า 70 องศาเซลเซียส หรือต่อด้วยบัสบาร์ทองแดงหุ้มฉนวนแบบหดตัวด้วยความร้อน (Heat Shrinkable Tubing) ที่40 องศาเซลเซียส ของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่อเข้าหา หรือขนาดตามที่กำหนดในแบบ

11.5.3 การเดินสายไฟฟ้าภายในแผงสวิตช์ฯ ให้เดินในท่อร้อยสาย หรือรางพลาสติกช่วงที่ต่อเข้าอุปกรณ์ให้ร้อยในท่อพลาสติกอ่อน การต่อสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ให้ต่อผ่านขั้วต่อสายชนิดสองด้านห้ามต่อตรงกับอุปกรณ์ ถ้ามีสายไฟฟ้าส่วนที่ต้องเดินอยู่นอกให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดหลายแกนมีฉนวนและเปลือกนอก

11.5.4 สายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง2ด้านต้องมีหมายเลขกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบปลอกสวมยากแก่การลอกหลุดหาย

11.5.5 ขั้วต่อสาย (Terminal) ให้ใช้แบบใช้เครื่องมือกลบีบ ขั้วต่อสายไฟฟ้าเป็นชนิดที่ใช้กับสายทองแดง

11.5.6 สลักเกลียว แป้นเกลียวและแหวน (Bolts, Nuts & Washers) สำหรับต่อบัสบาร์ให้ใช้ชนิด High–Tensile, Electro–Galvanized or Chrome – Plated ให้ใช้จำนวนสลักและแป้นเกลียวให้เพียงพอแล้วขันด้วยTorque Wrench ให้เพียงพอตามที่กำหนดไว้

11.5.7 การต่อสายไฟเข้ากับบัสบาร์ต้องต่อผ่านขั้วต่อสาย การต่อขั้วต่อสายกับบัสบาร์หรือต่อบัสบาร์กับบัสบาร์ให้ใช้สลักและแป้นเกลียวพร้อมแหวนสปริงก่อนต่อต้องทำความสะอาดบริเวณ ผิวสัมผัสด้วยแปรงโลหะ

11.6 MIMIC BUS และ NAME PLATE

แผงสวิตช์ต้องมีข้อมูลขั้นต้นแสดงไว้เพื่อความสะดวกในการใช้งานและบำรุงรักษาอย่างน้อยดังนี้

11.6.1 ที่หน้าแผงสวิตช์ฯ ต้องมี Mimic Busเพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าและออกทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำสำหรับแผงสวิตช์ ฯ ระบบไฟฟ้าปกติ และสีแดงสำหรับแผงสวิตช์ ฯ ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน หรือสิ่งที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบมีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ยึดแน่นกับแผงสวิตช์ ฯ

11.6.2 ให้มีNameplateเพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าใด จ่ายหรือควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าใด หรือกลุ่มใดเป็นแผ่นพลาสติกพื้นสีเช่นเดียวกัน MIMIC BUS แกะเป็นตัวอักษรสีขาวโดยความสูงของตัวอักษรต้องไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร(ถ้าเป็นงาน กฟน. จัดทำ) หรือตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ

11.6.3 ป้ายแสดงชื่อและสถานที่ติดต่อของผู้ลิต เป็นป้ายที่ทนทานไม่ลบเลือนได้ง่ายติดไว้ที่แผงสวิตช์ด้านนอกตรงที่ๆเห็นได้ง่ายหลังการติดตั้งแล้ว

11.6.4 Circuit Breaker

1) Circuit Breaker ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน NEMA หรือ IEC เป็นชนิด Molded Case หรือตามระบุในแบบ โดยมีพิกัดกระแสและค่า Interrupting Capacity ที่อุณหภูมิใช้งาน 40°C ตามที่ระบุในแบบ Circuit breaker ทั้งหมด ต้องมี Instantaneous magnetic short circuit trip และ Thermal Overload current trip ทุกๆ Pole

11.6.5 Terminals ขั้วต่อสายสวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติใช้สองแบบนี้

1) สำหรับขนาดเฟรมขึ้นไปถึง 250 อัมแปร์ ใช้ขั้วชนิดต่อสายไฟเข้าโดยตรงหรือแบบต่อบัสบาร์เข้าได้
2) สำหรับขนาดเฟรม 320 อัมแปร์ และใหญ่กว่าให้ใช้ขั้วชนิดต่อบัสบาร์
3) ขั้วต่อสายไฟต้องเป็นแบบใช้ได้ทั้งทองแดงและอลูมิเนียม ถ้าหากใช้กับอลูมิเนียมโดยตรงไม่ได้ต้องมีแผ่นรอง (Copal Insert) ให้มาด้วยหรือทำสายทองแดงต่อออกมาพร้อมขั้วต่อสายสำหรับสายอลูมิเนียมและทองแดง

11.6.6 Releases สวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติต้องมี Releases สำหรับตัดไฟโดยอัตโนมัติ ดังนี้

1) Overcurrent Release ต้องเป็นชนิด Adjustable thermal overload releases, Ambient temperature compensated ให้ตั้งกระแสไฟสำหรับโอเวอร์โหลดตามที่กำหนดในแบบ (นอกจากอนุญาตไว้เป็นพิเศษในแบบ จึงใช้ชนิด Fixed type overload release ได้)
2) Short-Circuit Release ต้องเป็นชนิด Adjustable or fixed instantaneous magnetic short circuit release

11.6.7 Interrupting Capacity (IC) สวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติสามารถป้องกันกระแสไฟลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 10 KA ที่ 380 โวลต์ และตามที่กำหนดในแบบ แต่ต้องไม่ต่ำกว่าที่การไฟฟ้าท้องถิ่นกำหนด

11.6.8 Accessories ให้ติดตั้งตามที่กำหนดในแบบ

1) Under voltage Release เป็นคอยล์สำหรับตัดสวิทช์ เมื่อแรงดันไฟฟ้าตกและจะป้องกันไม่ให้สับสวิทช์เข้าได้ ถ้าแรงดันไฟฟ้ายังสูงไม่พอ สามารถใช้สำหรับ Interlocks, remote release เป็นต้น คอยล์ใช้ชนิด 380 หรือ 220 โวลต์ ตามที่กำหนด
2) Shut Trip เป็นคอยล์สำหรับตัดสวิทช์ โดยใช้กระแสไฟฟ้าจากระบบคอนโทรลคอยล์ใช้ชนิดกระแสไฟฟ้าสลับหรือกระแสไฟฟ้าตรงตามชนิดและแรงดันไฟฟ้าของระบบคอนโทรล
3) Auxiliary Switches เป็นสวิทช์ที่จะสับเข้าออกตามสวิทช์อัตโนมัติ สำหรับใช้ในการ Interlock, Signaling และอื่นๆ สามารถทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 10 อัมแปร์ ที่ 380 โวลต์ เอซี ติดตั้งตามที่จำเป็นและตามที่กำหนดในแบบ
4) Alarm Switch เป็นสวิตช์ที่จะทำงานเมื่อสวิทช์ตักตอนอัตโนมัติตก เพราะกระแสไฟเกินกระแสไฟฟ้าลัดวงจร แรงดันไฟฟ้าตก หรือถูกบังคับให้ตกโดยผ่าน Under voltage release Trip สวิทช์นี้ต้องสามารถทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 10 อัมแปร์ ที่ 300 โวลต์ เอซี

Electrical Tripping Time-Lag Device ประกอบด้วยความต้านทาน (Resistor) และคะแปซิเตอร์สำหรับถ่วงระยะเวลาการทำงานของ Under voltage release ต้องสามารถถ่วงระยะเวลาได้ไม่น้อยกว่า 1.5 วินาที หรืออาจใช้แบบ Mechanical Delay ก็ได้

11.7 ASYMMETRICAL RELAY

เป็นรีเลย์ชนิด Solid State สำหรับใช้กับไฟฟ้าระบบ 380/220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 แฮรตซ์ ซึ่งจะทำงานเมื่อแรงดันไฟฟ้าระหว่างเฟสต่างกัน โดยสามารถตั้งจุดที่ทำงานได้ระหว่าง 5% ถึง 15% Asymmetry มีคอนเทคชนิด Changeover จำนวนอย่างน้อย 2 อัน ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่เกินน้อยกว่า 380 โวลต์ และทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 6 อัมแปร์ รีเลย์ต้องเป็น Tropicalized ชนิด Plug-in พร้อม Socket หรือต่อสายออกมามี Plug and Socket ให้พร้อมทั้งชุด

11.8 UNDERVOLTAGE RELAY

เป็นรีเลย์ชนิด Solid State Controlled สำหรับใช้กับไฟฟ้า 380 โวลต์ หรือ 220 โวลต์ 50 เฮร์ตซ์ สามารถตั้ง Cut-in Point จะเปลี่ยนแปลงไปตามด้วย แต่ต้องสามารถตั้งให้ Cut-out Point อยู่ที่ 342 โวลต์ ได้มีคอนเทคชนิด Changeover จำนวนอย่างน้อย 2 อัน ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 380 โวลต์ และทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 6 อัมแปร์ รีเลย์ต้องเป็นแบบ Tropicalized ชนิด Plug-in พร้อม Socket หรือต่อสายออกมามี Plug and Socket ให้พร้อมชุด

11.9 GROUND FAULT PROTECTION SYSTEM

สวิทซ์ตัดตอนอัตโนมัติขนาดเฟรม 1,000 อัมแปร์และใหญ่กว่าต้องมี Ground Fault Sensor ที่จะตัดสวิทซ์ออกโดยอัตโนมัติ เมื่อมีการลัดวงจรลงดิน (Ground Fault) ซึ่งต้องมีอุปกรณ์ที่สามารถทำงานได้ดังนี้

11.9.1 Ground Fault Clearing Time ของเมนสวิทซ์ตัดตอนอัตโนมัติต้องช้ากว่าของสวิทซ์ตัดตอนอัตโนมัติของสายป้อน (Feeder)

11.9.2 Ground Fault Current Pickup อย่างต่ำไม่น้อยกว่า 200 อัมแปร์ สามารถปรับได้ง่ายขึ้นไปถึงไม่น้อย 1,200 อัมแปร์

11.9.3 ต้องสามารถเลือกตั้งระยะเวลาถ่วง (Time Delay) ได้ที่ 0.1, 0.2, 00.3, 0.5 วินาที

11.9.4 อุปกรณ์ที่เสนอต้องเป็นไปตาม NE Code ART.011-10, 230-95

11.10 ฟิวส์และฐาน

11.10.1 ฟิวส์สำหรับป้องกันสวิทซ์ตัดตอนอัตโนมัติและสวิทซ์อื่นๆ ให้ใช้ฟิวส์ชนิด HRC ตามมาตรฐาน DIN 43620 และ VDE 0660 ซึ่งสามารถป้องกันกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 100 KA ที่ 380 โวลต์ ฐานฟิวส์ให้ใช้ชนิด Triple-Pole ติดชนิดกัน 3 อัน โดยมี Phase Barriers สำหรับฟิวส์ขนาด 224 อัมแปร์ขึ้นไป

11.10.2 ฟิวส์สำหรับคอนโทรลและสำหรับป้องกันเครื่องวัดต่างๆ ให้ใช้ฟิวส์ชนิด Cartridge ตามมาตรฐาน DIN 49360 และ 49515ม VDE 0635 ซึ่งสามารถป้องกันกระแสไฟลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 50 KA ที่ 380 โวลต์ ฐานฟิวส์ใช้ชนิด Flush-Mounting สำหรับฟิวส์ที่ติดกับฝาตู้และชนิดธรรมดาสำหรับฟิวส์ที่ติดในตู้

11.11 Measuring Instrument

11.11.1 แอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์ เป็นชนิดใช้ติดตั้งกับตู้แผงสวิตซ์ (Flush Mounted Switchboard type) มีจุดต่อสายด้านหลัง สามารถกันฝุ่นและความชื้นได้ Accuracy Class 1 หรือดีกว่า

11.11.2 Selector Switch เป็นชนิดแบบหมุน สำหรับ Voltmeter Selector Switch ให้มีตำแหน่ง R-S , S-T T-R, OFF, R-N, S-N และ T-N หรือตามที่ระบุในแบบ

11.11.3 หม้อแปลงกระแส (C.T) เป็นชนิด Ring Type Cast Resin Insulation มีพิกัดตามที่ระบุในแบบ

11.12 CIRRENT TRANSFORMER (CT)

Secondary rated current : 5 A, Primary Rating ตามที่กำหนดในแบบ Accuracy Class : 1.0 หรือดีกว่า Tropical Proof, ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 500 โวลต์ Rated Burden ตามที่จำเป็นต้องเป็นใช้

11.13 VOLTMETER

เป็นชนิดต่อแรงมีสเกลอ่านได้ 0-500 โวลต์ หรือตามแบบ Accuracy Class 1.5 หรือดีกว่า

11.14 VOLTMETER SWITCH (VS)

เป็นชนิดเลือกได้ 7 จังหวะ (RS-ST-TR-O-RO-SO-TO) สำหรับไฟ 3 เฟส 4 สาย เพื่อวัดได้ทั้ง 3 เฟส และกับเส้นศูนย์ ทั้งมีจังหวะ ปิดด้วยหรือใช้ชนิดเลือกได้ 4 จังหวะ (RS-ST-TR-O) สำหรับเฉพาะไฟ 3 เฟส 3 สาย

11.15 AMMETER **ใช้ 2 ชนิด ตามที่กำหนดในแบบ ดังนี้**

Direct Connection Ammeter ขนาดและจำนวนตามที่กำหนดในแบบ Accuracy Class 1.5 หรือดีกว่า

11.16 CT. TYPE AMMETER

เป็นชนิดมีสเกลอ่านได้ตามขนาด Primary Current Rating เป็นแบบใช้ต่อกับ Current Transformer ชนิด 5 อัมแปร์ Secondary Rated Current, Accuracy Class 1.5 หรือดีกว่า

11.17 AMMETER SWITCH (AS)

เป็นชนิดเลือกได้ 4 จังหวะ เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าทั้ง 3 เฟส และมีจังหวะปิดด้วย (O-R-S-T) ทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 10 อัมแปร์ สำหรับใช้กับอัมมิเตอร์แบบใช้ CT

11.18 FREQUENCY METER

เป็นชนิด Vibrating Reed Type (13 Reeds) สำหรับต่อเข้ากับระบบไฟ 380 โวลต์ หรือ 220 โวลต์ วัดได้ระหว่าง 47-53 Hz, Accuracy Calss 0.5)

11.19 KILOWATTHOUR METER (KWH)

เป็นชนิด 1 เฟส หรือ 3 เฟส แบบธรรมดา หรือ Maximum Demand Type ตามที่กำหนดสำหรับต่อตรงหรือใช้กับ CT ระบบไฟฟ้า 380/220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย หรือตามที่กำหนด Accuracy 2.5% หรือดีกว่าผ่านการทดสอบโดยการไฟฟ้าท้องถิ่น

11.20 **อุปกรณ์วัดพลังงานไฟฟ้า**

คุณสมบัติทั่วไป (Digital Metering System)

เครื่องวัดต้องเป็นแบบ 3 เฟส 4 สาย โดยจะต้องวัดค่าทางไฟฟ้าและจะต้องแสดงผลเป็นแบบดิจิตอล พร้อมบาร์กราฟ จอแสดงผลแบบ LCD และสามารถติดต่อสื่อสารโดยใช้ Protocol ที่เป็นมาตรฐานโดยทั่วไปได้

11.20.1 คุณสมบัติทางเทคนิค

1) เครื่องวัดจะต้องสามารถวัดในระบบ 3 เฟส 4 สาย และ 1 เฟส 2 สายได้ พร้อมทั้งมีการตรวจสอบการเรียงลำดับของเฟสที่ต่อได้และสามารถสลับเฟสที่ต่อโดยการโปรแกรมที่ตัวมิเตอร์ได้เอง ถ้ามีการต่อผิดโดยไม่ต้องต่อสายใหม่
2) เครื่องวัดจะต้องสามารถวัดค่าทางไฟฟ้าได้ดังนี้ คือ กระแสต่อเฟส, กระแสรวม,กระแสนิวตรอน, แรงดันต่อเฟส, แรงดันเฟสต่อนิวตรอน, กิโลวัตต์, กิโลวาร์, เพาเวอร์แฟคเตอร์, ความถี่, ชั่วโมงการทำงาน, กิโลวัตต์ชั่วโมง, กิโลวาร์ชั่วโมง, ฮาร์โมนิคของกระแสต่อเฟส, ฮาร์โมนิคของแรงดันแต่ละเฟส, ค่าฮาร์โมนิครวมของกระแสและฮาร์โมนิคของแรงดัน(THD) ไม่น้อยกว่า 51 ลำดับ
3) เครื่องวัดจะต้องสามารถบันทึกค่าเฉลี่ยสูงสุดในช่วงเวลา 2วินาที -60 นาทีของกระแสแต่ละเฟส, กระแสนิวตรอน , แรงดันระหว่างเฟส, แรงดันเทียบนิวตรอน, ความถี่, กิโลวัตต์ (Demand) ,กิโลวาร์, ได้
4) เครื่องวัดจะต้องมีหน่วยความจำสามมารถบันทึกค่าต่างๆ และเรียกดูรายการย้อนหลังได้ไม่น้อยกว่า 6 เดือน
5) เครื่องวัดจะต้องสามารถติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ และ PLC ได้โดยใช้พอร์ต RS-485 หรือสาย UTP เพื่อทำการเก็บหรือประมวลผลของข้อมูลได้ โดยผ่านโปรแกรมช่วยต่าง ๆ เช่น โปรแกรมของผู้ผลิต, โปรแกรม SCADA ที่เป็นมาตรฐานที่ใช้งานโดยทั่วไป ๆ
6) เครื่องวัดจะต้องมีโปรโตคอลที่ใช้ในการติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์คือ MODBUS PROTOCAL โดยจะต้องมีความสามารถส่งข้อมูลได้ถึง 38,400 Kbps (RS-485) หรือมากกว่าและต้องรองรับโปรโตคอล PROFIBUS DP ได้
7) เครื่องวัดจะต้องมี OPTION เป็น RELAY OUTPUT, PULSE OUTPUT, ANALOG OUTPUT อย่างละ 2 ชุด เป็นอย่างน้อย
8) เครื่องวัดจะต้องมี ความสามารถ ในการเพิ่ม OPTION ที่เป็น MEMORY สำหรับเก็บค่าต่างๆทางไฟฟ้าโดยไม่ต้องต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งสามารถเก็บได้อย่างน้อย 62 วัน และบันทึกการเกิดเหตุการณ์ผิดปกติทางไฟฟ้าได้ดังนี้ Voltage dips (SAG) during more ½ period (10 ms), Over voltage (SWELL) during more ½ period (10 ms), Voltage cut-offs from a values less than 5 % of Un
9) ความสามารถในการวัดจะต้องวัดค่าได้ ดังนี้
   - การวัดค่าแรงดัน (Direct)

VL – N	:	28-404 VAC หรือมีช่วงวัดที่กว้างกว่า
VL – L	:	50-700 VAC หรือมีช่วงวัดที่กว้างกว่า

   - ต่อผ่าน PT :

Primary	:	Up to 500 KV
Secondary	:	60,100,110,115,120,173 and 190 VAC

   - การวัดค่าความถี่

ความถี่ที่วัดได้	:	45-65 Hz หรือมีช่วงวัดที่กว้างกว่า

-	วงจรกระแสไฟเข้า	:	(.../1A,5A) PROGRAMMABLE
	วัดค่ากระแสได้	:	ไม่น้อยกว่า 0-10,000 A
-	สภาวะแวดล้อม		
	ทนการทดสอบแรงดันได้	:	ไม่น้อยกว่า 2.5 KV
	PROTECTION CLASS	:	2 หรือ ดีกว่า
	ระดับการป้องกัน (ด้านหน้า)	:	IP 52 หรือเทียบเท่า
	อุณหภูมิใช้งาน	:	- 10 ถึง 550C หรือดีกว่า
	ความชื้นสัมพัทธ์	:	95%
-	ความเที่ยงตรงในการวัด		
	กระแสและแรงดันแต่ละเฟส	:	+ 0.2%
	POWER	:	+ 0.5%
	ACTIVE ENERGY	:	+ 0.5% Class 0.5S IEC 62053-22
	REATIVE ENERGY	:	+ 2% Class 2 IEC 62053-23
	POWER FACTOR	:	+ 1%
	FREQUENCY	:	+ 0.1%

11.20.2 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตตามมาตรฐาน IEC 62053-22 Class 0.5S ,IEC 61000-4/2-3-4-5-6-8-11 , IEC 60068-2/6-11 EN 50081-1 , EN 50082-2 และผู้จัดจำหน่ายต้องได้รับการแต่งตั้งอย่างเป็นทางการจากผู้ผลิตเท่านั้น

11.20.3 ผู้รับจ้างต้องเดินสายเชื่อมต่อสัญญาณจาก DIGITAL METER ทุกตัวเชื่อมต่อเข้ากับระบบจัดเก็บพลังงานและติดตั้ง SOFTWARE ที่ห้อง IT ชั้น 1 ของโครงการ

11.21 INDICATOR LAMPS

ใช้ชนิดที่ผลิตตามมาตรฐาน DIN มีเลนส์สีด้านหน้าใช้ 2 ชนิด ตามแรงดันไฟฟ้า ดังนี้

11.21.1 สำหรับ 220 โวลต์ ใช้ฐานหลอดแบบ E14 และหลอดนีออน

11.21.2 สำหรับกระแสไฟ 24 โวลต์ ใช้ฐานหลอดแบบ BA 9 S หลอด 24 โวลต์ 3 วัตต์

11.21.3 สำหรับกระแสไฟตรงเกิน 24 โวลต์ ใช้แบบเดียวกับข้อ 21.2 แต่มีความต้านทาน (Fropping Resistor) ลดแรงดันไฟฟ้าลงมาเป็น 24 โวลต์

11.22 Automatic Main Capacitor Bank

11.22.1 Automatic Capacitor Bank สำหรับปรับค่า Power Factor ของระบบไฟฟ้า โดย Capacitor ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ IEC 831

11.22.2 พิกัดของ Automatic Main Capacitor Bank ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ IEC 831

-	TYPE	:	INDOOR (DRY METALLIZED FILM)
-	NUMBER OF PHASE	:	3
-	RATED VOLTAGE	:	415 V

- RATED FREQUENCY : 50 HZ.
- RATED OUTPUT ; ตามที่ระบุไว้ในแบบ
- SWITCHING STEP : ตามที่ระบุไว้ในแบบ
- POWER LOSS : ≤ 1W/KVAR
- CONTROL VOLTAGE : 200V

11.22.3 ความต้องการด้านการออกแบบและการสร้าง CAPACITOR BANK ต้องเป็นชนิดที่ประกอบด้วย CAPACITOR ย่อย หลายๆ ตัว ยึดรวมกันเข้าบนแผ่นโลหะ พร้อมด้วยอุปกรณ์ควบคุมและประกอบกันเป็นชุดติดตั้งภายในตู้เหล็กกันสนิม มีการระบายอากาศและการต่อลงดินเป็นอย่างดี อุปกรณ์ควบคุมประกอบด้วย

- FUSE PROTECTION ทุก STEPS ของ CAPACITOR BANK
- MAGNETIC CONTACTOR
- DISCHARGE COIL (หรือเป็นแบบ BUILT IN ใน CAPACITOR)
- KVAR CONTROLLER
- POWER FACTOR METER
- INDICATION LAMP
- AUTOMATIC AND MANUAL SWITCHING DEVICE

11.22.4 อุปกรณ์ควบคุมต้องติดตั้งอยู่ส่วนบนของแต่ละ UNIT, CAPACITOR BANK ต้องเป็นแบบที่สามารถดัดแปลง และต่อเติมได้โดยไม่มีผลต่อการทำงานของตัวอื่นๆ AUTOMATIC CAPACITOR BANK ต้องประกอบสำเร็จและทดสอบคุณสมบัติและการทำงานมาแล้วจากโรงงานก่อนนำมาติดตั้ง CAPACITOR BANK จะต้องได้รับการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 831

11.23 อุปกรณ์ป้องกันแม่เหล็กไฟฟ้าจากฟ้าผ่า Surge Protective Device (SPD)

11.23.1 ข้อกำหนดทั่วไป

อุปกรณ์ Surge Protective Device (SPD) มีจุดประสงค์เพื่อปกป้องบริภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์จากแม่เหล็กไฟฟ้าอันเป็นผลของการเกิดฟ้าผ่าจากภายนอกอาคาร รวมทั้ง Surge ต่าง ๆ ที่ผ่านเข้ามาทางสายไฟฟ้ากำลังและสายสัญญาณโทรศัพท์และสื่อสาร; และหรือจากการเหนี่ยวนำไฟฟ้า

11.23.2 มาตรฐาน

อุปกรณ์ฯ จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเทคโนโลยี Isolating Spark gap ชนิดปกปิดที่ไม่ปลดปล่อยไอร้อนออกมาและไม่มีวงจรอิเล็กทรอนิกส์เป็นส่วนประกอบภายใน ได้รับการออกแบบ และรับรองตามมาตรฐาน ครอบคลุม ถึงการติดตั้งเพื่อให้ได้การปกป้องสูงสุด โดยมีข้อกำหนดตามมาตรฐาน ดังนี้;

1) มาตรฐานการป้องกันแม่เหล็กไฟฟ้าจากฟ้าผ่า (วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย) : E.I.T Standard 2005-50
2) มาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่าสำหรับสิ่งปลูกสร้าง (วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย) : E.I.T Standard 2003-43
3) International Electro technical Commission: IEC 61643-1 และ IEC 62305

11.23.3 ความต้องการทั่วไป

1) SPD1 (Combined Lightning Current and Surge Voltage Arrester : Class B+ Class C)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันชั้นต้น และ ชั้นกลาง (Coarse and medium Protection) ใช้ติดตั้งที่ Main Distribution Board(MDB) มีลักษณะอุปกรณ์ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ 1. Arc Quenching spark gap Arrester (Class I/B) และ 2. Metal Oxide Varistor (Class II/C) โดยอุปกรณ์ทั้งสองส่วน สามารถถอด-เปลี่ยนแยกออกจากกันได้เมื่อเกิดความเสียหาย ทำหน้าที่ดักและกำจัดกระแสฟ้าผ่า (Lightning Current) และ แรงดันเสิร์จ (Surge Voltage) ซึ่งมีการออกแบบเพื่อให้สามารถทนและสามารถดับกระแสไหลตาม (Line-follow Current) ซึ่งเกิดหลังจากการทำงานได้ โดยอุปกรณ์ มีรายละเอียดดังนี้

Technical Data

Arrester Class	I/B + II/C
Arrester Voltage Uc	≥ 350 Vac / 50 Hz
Nominal Voltage Un	230 Vac / 50 Hz
Lightning Impulse current (Class B,10/350 μs)	50 kA per phase (L-N)
Lightning Impulse current (Class B,10/350 μs)	100 kA (N-PE)
Max discharge Surge Current Imax (Class C,8/20 μs)	40 kA per phase
Quenching Short Circuit at Un (without backup fuse)	50 kA_{rms}
Response Time Tc	≤ 25 ns
Protection level	≤ 1.5 Kv

การติดตั้ง

ให้ติดตั้ง Lightning Current Arrester และ Surge Voltage Arrester ขนานระหว่าง L-N , N-PE สำหรับระบบ TN-S และ/หรือติดตั้งขนานระหว่าง L-PEN สำหรับระบบ TN-C ที่ Main Distribution Board (MDB) และให้มี Back up fuse ขนาดเท่ากับขนาดกระแสของ Main CB/1.6 แต่ไม่เกิน 125 Amax gL (หรือขนาดระบุตามแบบ)

1) SPD2 (Surge Voltage Arrester)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันระดับกลาง (Medium Protection: LPZ 1- LPZ 2) ใช้ติดตั้งที่ Sub Distribution Board ลักษณะของอุปกรณ์ ทำจาก Metal Oxide Varister(MOV) ทำหน้าที่ดักแรงดันเสิร์จที่หลงเหลือจาก SPD1 โดยอุปกรณ์จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน

- ส่วน Base Element
- ส่วน Plug Unit

ส่วน Base Element เป็นส่วนที่ใช้เป็นฐานเพื่อติดตั้งสายและเป็นฐานเพื่อติดตั้ง ชุด Plug Unit และจะต้องมีการ Code อุปกรณ์เพื่อป้องกันการใส่ Plug Unit ที่เป็นระดับแรงดันอื่น

ส่วน Plug Unit เป็นส่วนที่ใช้เป็น Surge Voltage Arrester มีองค์ประกอบหลักเป็น MOV และ/หรือ Spark Gap, ชุด Plug Unit จะต้องมี Indicator แสดงสี " เขียว " หมายถึงอุปกรณ์ยังอยู่ในสภาพใช้การได้และกรณีที่ Plug Unit มี Indicator แสดงเป็นสี " แดง " หมายความว่า Plug Unit นั้น ไม่อยู่ในสภาพใช้งานได้แล้ว ในขณะเดียวกัน Arrester จะต้องตัดตัวเองออกจากระบบโดยอัตโนมัติเพื่อป้องกันการลัดวงจร

Technical Data

Arrester Class	II / C
Arrester Voltage Uc	≥ 350 Vac / 50 Hz
Nominal Voltage Un	230 Vac / 50 Hz
Nominal discharge Surge Current Isn (8/20 μs)	20 kA per phase
Max discharge Surge Current Imax (8/20 μs)	40 kA per phase
Protection level	≤ 1.5 kV
Response Time Ta	≤ 25 ns
Remote Alarm Contract	1 NO + 1 NC

การติดตั้ง

ให้ติดตั้ง Surge Voltage Arrester 4 Pole ขนานระหว่าง L-N และ N-PE ที่ Sub Distribution board ให้มี Back up fuse ขนาด 125 A gL ในกรณีที่ Main CB มีขนาดมากกว่า 125 A ระหว่างสายเฟส(L) และ Arrester

11.24 การติดตั้ง

11.24.1 แผงสวิตช์ ฯ ที่ติดตั้งในสถานที่ใช้งานจริงต้องยึดติดกับฐานที่ตั้งด้วยน็อตจำนวนไม่น้อยกว่า 4 จุดตามมุมทั้งสี่อย่างแน่นหนา

11.24.2 ในกรณีที่เป็นพื้นคอนกรีต น็อตที่ใช้ต้องเป็นแบบ EXPANSION BOLT

11.25 การทดสอบ

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

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

11.25.2 นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างเมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้วต้องตรวจทดสอบอย่างน้อยดังนี้

1) ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ ทั้งหมด
2) ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน(Feeder)ต่างๆที่ออกจากแผงสวิตช์ฯ
3) ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง

11.26 เครื่องมือบำรุงรักษา

11.26.1 ที่ข้างแผงสวิตช์ฯแต่ละชุด ให้ติดตั้งเครื่องมือสำหรับเปิดบานประตูด้านหน้าหนึ่งอัน โดยมีประกบติดรัดไว้กับแผงสวิตช์ ให้สูงประมาณ 1,800 มม.

11.26.2 ให้จัดชุดเครื่องมือบำรุงรักษาประกอบด้วยเครื่องเปิดบานประตูด้านหน้าหนึ่งอัน, ไขควงสำหรับถอดสกรูยึดยึดแผ่นโลหะหนึ่งอัน, Torque Wrench ขนาดที่เหมาะสมหนึ่งอันพร้อมหัวสำหรับขันสลักและแป้นเกลียวที่ใช้ยึด ยึดบัสบาร์และสวิตช์ตัดตอนฯ ครบทุกขนาดที่ต้องใช้หนึ่งชุด พร้อมกล่องโลหะ สำหรับใสเครื่องมือทั้งหมด ชุดเครื่องมือบำรุงรักษานี้ให้จัดให้ตามจำนวนที่กำหนดในรายการ

11.27 แผงสวิตช์ย่อย (Panel board)

11.27.1 แผงสวิตช์ย่อย เป็นแผงสวิตช์ที่ใช้ควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่ Load ต่างๆ โดยมี Branch Circuit Breaker เป็นตัวควบคุม Load แต่ละกลุ่มหรือแต่ละตัว ตามกำหนดในแบบหรือตาม Panel board Schedule

11.27.2 ความต้องการทางด้านการออกแบบและการสร้าง

1) Panel board ต้องออกแบบขึ้นตามมาตรฐานของ NEMA หรือ IEC โดยสร้างสำเร็จจากผู้ผลิต Circuit Breaker ที่ใช้สำหรับ Panel board นี้ ใช้กับระบบไฟฟ้า 400 Y/230 โวลท์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ท หรือ 230 โวลท์ 1 เฟส 2 สาย 50 เฮิร์ท ตามกำหนดในแบบ และ Panel board Schedule

2) Cabinet ต้องเป็นแบบติดลอย ตัวตู้ทำด้วย Galvanized Code Gauge Sheet Steel with Gray Baked Enamel Finish หรือเคลือบด้วยฟอสเฟส แล้วพ่นด้วยสีฝุ่นอีพ็อกซี่ (Epoxy Power paint) มีประตู ปิด-เปิด ด้านหน้าเป็นแบบ Flush Lock

3) Bus bar ที่ต่อกันกับ Breaker ต้องเป็น Phase Sequency Type และเป็นแบบที่ใช้กับ PLUG-ON หรือ BOLT-ON Circuit Breaker

4) Main Circuit Breaker ต้องเป็น Molded Case Circuit Breaker มี AMP Trip และ AMP Frame ตามที่กำหนดให้ในแบบ ประกอบด้วย Instantaneous Magnetic Short Circuit Trip และ Thermal Overcurrent ควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Feeder Circuit Breaker ต้นทาง เพื่อการทำงานที่สัมพันธ์กัน (Coordination)

5) Branch Circuit Breaker ต้องเป็นแบบ Quick-Make, Quick-Break, Thermal Magnetic and Trip Indicating และเป็นแบบ PLUG-ON หรือ BOLT-ON Type มีขนาดตามที่ระบุไว้ใน Panel board Schedule โดย Circuit Breaker ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Main Circuit Breaker ของ Panel board

6) Nameplate แผงสวิตช์ย่อยต้องบ่งบอกด้วย Nameplate, Nameplate ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสองชั้น ชั้นนอกเป็นสีดำ และชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือ กระทำบนแผ่นพลาสติกสีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้ว ตัวหนังสือจะปรากฏสีขาว ตัวหนังสือบน Nameplate เป็นไปดังแสดงไว้ในแบบ

7) ผังวงจร ตู้ย่อยทุกตู้ ต้องมีผังวงจรที่อยู่กับตู้ดังกล่าวติดไว้ในฝาตู้ ซึ่งจะบ่งบอกถึงหมายเลขวงจร ขนาดสาย ขนาดของ Circuit Breaker และ Load ชนิดใดที่บริเวณใดไว้เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา

11.27.3 การติดตั้ง ให้ติดตั้งกับผนังด้วย Expansion Bolt ที่เหมาะสม หรือติดตั้งบน Supporting ที่เหมาะสม โดยระดับสูง 1.80 เมตร จากพื้นถึงระดับบนของแผงสวิตช์ ตามตำแหน่งที่แสดงในแบบ

11.28 **การรับประกัน**

ผู้รับจ้างจะต้องประกันผลงานในระยะเวลา 2 ปี จากวันที่ผู้ว่าจ้างตรวจรับงานแล้ว ในระหว่าง ระยะเวลาประกัน หากมีการชำรุดเสียหายอันเนื่องมาจากการออกแบบหรือการติดตั้งบกพร่อง หรือจากการใช้งานอุปกรณ์ตามปกติ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบและเร่งดำเนินการแก้ไขให้ใช้การได้ดี โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ เพิ่ม

หมวดที่ 12 สวิตช์และเต้ารับ

12.1 ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติ และการติดตั้งทั้งสวิตช์ ซึ่งใช้งานในรูปแบบต่างๆ และเต้ารับไฟฟ้าโดยมีคุณสมบัติ และ/หรือกรรมวิธีในการผลิตไม่น้อยกว่าข้อกำหนดในหมวดนี้ และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

12.2 สวิตช์ไฟฟ้าทั่วไป

12.2.1 สวิตช์ไฟฟ้าโดยทั่วไปให้เป็น Heavy Duty, Tumble Quiet Type แบบติดฝังกับผนังบนกล่องเหล็กชุบ Galvanized ขนาดที่เหมาะสมกับจำนวนสวิตช์

12.2.2 ขนาด Ampere Rating ของสวิตช์ต้องไม่น้อยกว่า 16 แอมแปร์ 250 โวลต์ โดยใช้ Bakelite หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่าเป็นฉนวนไฟฟ้า ทำให้ไม่สามารถสัมผัสกับส่วนโลหะที่นำไฟฟ้าได้โดยง่าย

12.2.3 สวิตช์ไฟฟ้าสำหรับควบคุมพัดลมดูดอากาศ ต้องเป็นชนิด Illuminating Lamp ในตัวเพื่อแสดงว่าพัดลมกำลังทำงานหรือหยุดทำงาน

12.2.4 Cover Box ต้องเป็น Anodized Aluminium หรือ High Grade Plastic

12.2.5 Metal Box สำหรับติดตั้งสวิตช์ไฟฟ้า ต้องผ่านการชุบป้องกันสนิมโดย Hot-Dip Galvanized โดยความหนาของเหล็กต้องไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร

12.2.6 การติดตั้งให้ฝัง Metal Box ในผนังกำแพงหรือเสา แล้วแต่กรณีเพื่อให้ Cover Plate ติดแนบกับผิวหน้าของผนังกำแพงหรือเสาดังกล่าว โดยระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลางสวิตช์กำหนดไว้ 1.20 เมตร

12.2.7 กรณีที่ระบุให้ติดลอยให้ติดตั้ง โดยใช้กล่องโลหะหล่อแบบติดลอยการเปลี่ยนแปลงแก้ไขตำแหน่งของสวิตช์ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการได้

12.2.8 สวิตช์ไฟฟ้าแบบกันระเบิดต้องเป็นแบบใช้ในสถานที่อันตราย ประเภทที่ 1 แบบที่ 2 ตามมาตรฐาน วสท. 501-6 (ก) ขนาด Ampere Rating ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ

12.3 เต้ารับไฟฟ้าทั่วไป

12.3.1 เต้ารับไฟฟ้าทั่วไปต้องเป็นแบบมีขั้วสายดินในตัวใช้ได้ทั้งขาเสียบแบบกลมและแบบแบนใช้ติดตั้งฝังในผนังกำแพงหรือเสา แล้วแต่กรณีตามกำหนดในแบบพร้อมกล่องโลหะที่เหมาะสม

12.3.2 ต้องมีฉนวนไฟฟ้าเป็น Bakelite หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า โดยสามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลต์ และขั้วสัมผัสต้องมีขนาด Ampere Rating ไม่น้อยกว่า 16 แอมแปร์

12.3.3 เต้ารับไฟฟ้าสำหรับกรณีพิเศษต้องมีขนาด Ampere Rating ไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ

12.3.4 Cover Box และ Metal Box ให้เป็นเช่นเดียวกับของสวิตช์ไฟฟ้าตามกำหนด ในข้อ 12.2 4) , 5)

12.3.5 ให้ติดตั้งเช่นเดียวกับสวิตช์ไฟฟ้าตามระบุในข้อ 12.2 6), 7) โดยระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลาง เต้ารับเป็น 0.9 เมตร กรณีที่เต้ารับอยู่ในตำแหน่งเฟอร์นิเจอร์ที่เป็นโต๊ะหรือเคาเตอร์ นอกเหนือจากนั้นให้ติดตั้งสูง 0.3 เมตร หรือตามแบบกำหนด

12.3.6 เต้ารับไฟฟ้าแบบกันระเบิดต้องเป็นแบบใช้ในสถานที่อันตราย ประเภทที่ 1 แบบที่ 2 ตามมาตรฐาน วสท. 501-12 ขนาด Ampere Rating ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ

12.4 อุปกรณ์เพิ่มเติม

12.4.1 ตู้หรือแผงควบคุมกลาง (Central Control) เป็นอุปกรณ์ซึ่งรวบรวมเอาสวิตช์ที่มีตำแหน่งเฉพาะ (Address) เดียวกันกับ Relay โดยตัวตู้สามารถตั้งโปรแกรมให้สวิตช์บนตู้สามารถควบคุมวงจรได้หลาย ๆ วงจร ใน 1 สวิตช์

12.4.2 การเปิด – ปิด อุปกรณ์แบบตั้งเวลา (Timer Control) ระบบมีชุดอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมการเปิดปิด Relay ตามเวลาที่ต้องการได้

12.4.3 อินฟาเรด รีโมทสวิตช์ (IR Remote Switch) ระบบสามารถใช้สวิตช์ที่ควบคุมด้วยแสงอินฟาเรด โดยต้องมีชุดอุปกรณ์เพิ่มเติม

12.4.4 Day light sensor ระบบสามารถใช้การเปิด-ปิด ระบบได้ด้วยแสงสว่างตามที่ตั้งค่าไว้

12.4.5 Occupancy Sensor ระบบสามารถใช้ตรวจจับร่างกายของมนุษย์ เพื่อสั่งให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานตามต้องการ และระบบจะทำงานเมื่อมีความสว่างน้อยกว่าที่ตั้งค่าไว้ รวมถึงสามารถตั้งค่าหน่วงเวลาในการทำงานได้ 10วินาที-10 นาที หรือมากกว่า

12.4.6 Contact input T/U เป็นอุปกรณ์ที่รับคำสั่งจากภายนอก เช่น Timer, Photo Sensor, Fire Alarm unit, etc.

12.5 การติดตั้ง

แบบที่แสดงเป็นเพียงแนวทางในการจัดหาเท่านั้น ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่ทั้งนี้จะต้องมี ฟังก์ชั่นในการควบคุมไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบ โดยถือว่าราคาที่เสนอได้รวมถึงการแก้ไขแบบเพื่อให้มีฟังก์ชั่นในการควบคุมครบตามต้องการแล้ว

อนึ่งเพื่อให้ระบบมีการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและแม่นยำ การติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ชำนาญเฉพาะด้านหรือบริษัทผู้ผลิตโดยเคร่งครัด

12.6 การทดสอบการอบรม

ให้ทดสอบค่าฉนวนของสวิตช์และเต้ารับ โดยต่อรวมเข้ากับวงจรไฟฟ้าในขณะทดสอบฉนวนของสายไฟฟ้า เพื่อให้การควบคุมในระบบถูกต้อง และตรงตามวัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้าง ดังนั้นผู้รับจ้างจะต้องทดสอบการทำงานของระบบทุกจุดต่อหน้าผู้ว่าจ้าง พร้อมทั้งจัดทำคู่มือการใช้งานและจัดหาวิทยากรมาฝึกอบรมให้กับเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องของผู้ว่าจ้างจนสามารถปฏิบัติงานเองได้อย่างดี

12.7 การรับประกัน

ผู้รับจ้างจะต้องประกันผลงานในระยะเวลา 2 ปี จากวันที่ผู้ว่าจ้างตรวจรับงานแล้ว ในระหว่าง ระยะเวลาประกัน หากมีการชำรุดเสียหายอันเนื่องมาจากการออกแบบหรือการติดตั้งบกพร่อง หรือจากการใช้งานอุปกรณ์ตามปกติ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบและเร่งดำเนินการแก้ไขให้ใช้การได้ดี โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ เพิ่ม

หมวดที่ 13 สายไฟฟ้าแรงต่ำ

13.1 ความต้องการทั่วไป

สายไฟฟ้าแรงต่ำที่ใช้สำหรับแรงดันไฟฟ้าระบบ (System Voltage) ไม่เกิน 416 Y/240 โวลต์ ต้องมีคุณสมบัติเหมาะสมกับกรรมวิธีและสถานที่ติดตั้งใช้งานตามกำหนดในหมวดนี้ เว้นแต่จะมี กฎ ระเบียบ หรือข้อบังคับของการไฟฟ้าท้องถิ่นให้เป็นอย่างอื่น

13.2 ขอบเขต

- ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งสายไฟฟ้า ซึ่งได้ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ และดังแสดงไว้ในแบบสายไฟฟ้าทั้งหมดหรือที่เกี่ยวข้องภายนอกและภายในอาคารต้องเป็นไปตามมาตรฐานสายไฟฟ้า มอก. 11-2531 หรือ IEC502 หรือตาม มอก. 11-2553 หรือ IEC60227
- รายละเอียดการเดินสายไฟฟ้าสำหรับพื้นที่จัดแสดง ผู้รับจ้างจะต้องพิจารณาให้เหมาะสมโดยอาจปรับเปลี่ยนรูปแบบการติดตั้งให้สอดคล้องกับลักษณะพื้นที่จัดแสดง และสอดคล้องกับงานตกแต่งภายใน โดยผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบแสดงรายละเอียดการติดตั้งก่อนดำเนินการ

13.3 รายละเอียดของสายไฟฟ้า

1) สายไฟแบบ FEEDER และ สายวงจรย่อย ให้ใช้สาย ตามที่ระบุในแบบ
2) สายใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้สายตีเกลียว
3) สายฝังดินภายนอกอาคารให้ใช้สาย NYY ยกเว้นระบุไว้ในแบบ
4) หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ขนาดของสายไฟให้ดูได้จาก LOAD SCHEDULE
5) ขนาดของสายไฟที่กำหนดไว้เป็นตารางมิลลิเมตรทั้งหมด และห้ามใช้สายไฟที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร ยกเว้นสาย CONTROL ซึ่งต้องไม่เล็กกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร
6) ขนาดของตัวนำ ขนาดสายเมนสำหรับวงจรโคมไฟและเต้ารับใช้ตามที่ระบุในแบบ สายต่อแยกเข้าหาโคมไฟหรือเต้ารับให้ใช้สายขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตร ยกเว้นจะระบุไว้ในแบบ
7) ต้องเป็นสายทองแดงที่มีส่วนผสมของทองแดงไม่น้อยกว่า 98%
8) หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น สายไฟทั้งหมดต้องเป็นสายเดี่ยว (SINGLE CONDUCTOR) มีฉนวนหุ้มทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 750 VOLTS และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 70° C
9) สายไฟทุกเส้น จะต้องเป็นเส้นเดียวยาวตลอด โดยไม่มีการตัดต่อภายในท่อ การตัดต่อสายไฟอนุญาตให้ตัดต่อได้เฉพาะภายใน JUNCTION BOX หรือ OUTLET BOX เท่านั้น
10) การต่อสายไฟให้ใช้อุปกรณ์ซึ่งผลิตขึ้น เพื่อการนี้โดยเฉพาะ เช่น แบบ COMPRESSION BOLT, SCREW TYPE , WIRE NUT ทั้งนี้วัสดุอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ ต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกร
11) ห้ามใช้การบัดกรีในการต่อสายไฟ และ TWISTED WIRE SPLICE
12) ห้ามต่อสายไฟเกิน 4 เส้น ในแต่ละจุด
13) ให้ใช้ LUBRICANT ชนิดที่ได้รับการอนุมัติจากวิศวกรแล้วเท่านั้น ในการดึงสาย

14) ยกเว้นแต่จะได้รับอนุมัติจากวิศวกรเป็นกรณี ๆ ไป ห้ามมิให้ดึงสายไฟในท่อ CONDUIT จนกว่าจะได้มีการวางท่อ CONDUIT เสร็จเรียบร้อยทั้งหมดก่อนและจะต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกรให้ดึงสายไฟในท่อ CONDUIT ได้

15) สายไฟทั้งหมดจะต้องเดินอยู่ภายในท่อ CONDUIT หรือภายใน RACE WAY เท่านั้น โดยไม่มีส่วนหนึ่งส่วนใดปรากฏให้เห็นภายนอก

16) ให้ติดหมายเลขวงจรด้วย WIRE MARKER ชนิดถาวร ภายในแผงสวิทซ์บอร์ดทุก ๆ CIRCUIT รวมทั้ง MAIN FEEDER และ SUB FEEDER

17) การหล่อลื่นในการดึงสาย ผู้รับจ้างต้องใช้ตัวหล่อลื่น ตัวหล่อลื่นต้องเป็นชนิดที่ผู้ทำสายไฟฟ้าแนะนำไว้เท่านั้น

18) การดัดงอสายไฟทุกขนาด ต้องกระทำอย่างระมัดระวังในการติดตั้ง รัศมีของการดัดงอต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตสายไฟฟ้า หรือ NEC หรือมาตรฐาน วสท.

19) การกันความชื้น ปลายทั้งสองข้างของสายไฟฟ้าที่ปล่อยไว้ ต้องมีกรรมวิธีป้องกันความชื้นจากภายนอก

20) ค่า Voltage Drop จาก Main MDB ไปยังแผง Main แต่ละชั้น จะต้องมีค่า Voltage Drop ไม่เกิน 3% กรณีคิดค่าเกินจะต้องเปลี่ยนขนาด Feeder ให้ใหญ่ขึ้นโดยไม่คิดมูลค่า

21) สายไฟฟ้าที่ใช้ร้อยในท่อโลหะ หรือ Wire Way หรือ Cable Tray (เฉพาะขนาดสายนั้งแต่ 25 mm^2 ขึ้นไป) โดยทั่วไปกำหนดให้เป็นสายไฟฟ้าตัวนำแกนเดียว (Single-Core) ตาม มอก. 11-2553

22) สายไฟฟ้าที่กำหนดให้ใช้ฝังดินโดยตรง หรือเดินในราง Cable Tray ใต้พื้น Access Floor ทั้งแบบ ตัวนำแกนเดียว และตัวนำหลายแกน (Multi-Core) ต้องเป็นสายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวน PVC และมี เปลือกนอกตาม มอก. 11-2553, NYY-N หรือ NYY-GRD แล้วแต่กรณี

23) สายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรถาวรที่มีการเคลื่อนที่เป็นประจำ เช่น รอกไฟฟ้า เครื่องจักรที่มีการ สั่นสะเทือน หรือกรณีที่ผู้คุมงานเห็นชอบให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด Flexible Cable หุ้นฉนวน PVC สอง นั้นตาม มอก. 11-2553

24) สำหรับสายไฟฟ้าภายในดวงโคมที่มีความร้อนเกิดขึ้นสูง เช่น โคมที่ใช้หลอดไส้ (Incandescent Lamp), High Intensity Discharge Lamp เป็นต้น ให้ใช้สายชนิดทนความร้อนสูง

25) สายไฟจะต้องเป็นเส้นเดียวตลอด โดยไม่มีการตัดต่อระหว่างแผงไฟ (Panel board) จนถึง Outlet หรือระหว่าง Outlet หรือ Switch Board ถึงแผงไฟ การตัดต่อสาย (Splicing) สำหรับ Branch Circuit ให้กระทำได้ต่อเมื่อจำเป็นจริง ๆ และต้องตัดต่อเฉพาะในJunction หรือ Outlet Box ซึ่งอยู่ ในระหว่างที่สามารถเข้าไปตรวจ และ/หรือซ่อมบำรุงได้

26) ให้ใช้เฉพาะที่ต่อสายแบบ Compression, Bolt หรือ Screw Type หรือ Wire Nut เท่านั้นขั้วต่อสาย ที่ไม่มีฉนวน เมื่อต่อสายแล้วต้องพันด้วยเทปฉนวนทับกันโดยมีความหนาไม่น้อยกว่า 3 เท่า ของ ฉนวนสายไฟฟ้านั้นเทปที่ใช้พันสายต้องเป็น VINYL เทปทนอุณหภูมิต่อเนื่องได้ไม่น้อยกว่า 105° C หนา 7 MILS. ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์ การต่อสายที่อยู่ในที่เปียกชื้นหรือใต้ดินจะต้องใช้เสริมเรซินหล่อหลอมหุ้มไว้ด้วยเรซิน ต้องเป็นของที่ใช้งานเช่นนี้ได้ดี ห้ามใช้ที่ต่อสาย แบบ Twisted Wire Splice ห้ามต่อสายไฟเกิน 4 เส้น ณ แต่ละจุดที่ต่อสาย

27) สายไฟที่มีจำนวนหลายชุดใน 1 วงจรที่เดินในราง Cable Tray หรือ Ladder จะต้องเรียงตามลำดับ เฟส เช่น R, S, T, N ห้ามวางเรียง Phase เดียวกันเป็นกลุ่มเดียวกัน จำนวนสายไฟฟ้าสูงสุดในท่อร้อยสาย ให้

คำนวณจากพื้นที่หน้าตัดรวมทั้งฉนวนและเปลือกของ สายไฟทุกเส้นในท่อร้อยสายรวมกันคิดเป็นร้อยละเทียบกับพื้นที่หน้าตัดภายในของท่อจะต้องไม่ เกินที่กำหนดในตารางข้างล่างนี้ สำหรับสายไฟฟ้าตาม มอก. 11-2553 รหัสชนิด 60227 IEC 01 และ NYY ชนิดแกนเดี่ยว จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าขนาดเดียวกันที่ให้ใช้ในท่อโลหะตาม มอก. 770-2553 ให้ดูภาคผนวก ฎ ในหนังสือมาตรฐานการติดตั้งของไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของว.ส.ท. เล่มล่าสุด

28) ในขณะที่เกิดเพลิงไหม้ สายนำไฟฟ้าจะต้องยังคงรักษาสภาพการนำไฟฟ้าที่แรงดันและกระแสใน สภาวะที่ปกติ และวัสดุที่ใช้ทำสายไฟฟ้า จะต้องไม่เอื้ออำนวยต่อการติดไฟ และสายไฟจะต้องไม่ ก่อกำเนิดปริมาณควันที่อาจเป็นอันตราย หรือแก๊สพิษและกรดแก๊สจากธาตุในหมู่ Halogen

29) ลักษณะของสายไฟ สายไฟชนิดอ่อนและติดตั้งได้สะดวก จะต้องมีตัวนำไส้ทองแดงที่พันหุ้มด้วย เทปใยแก้ว พร้อมไมก้าเป็นฉนวนกันไฟภายใน และหุ้มด้วยฉนวนและเปลือกนอกด้วยคลอลิงค์ ของสายแร่ฉนวนอ่อนตัว และไม่ละลายเมื่อเกิดอุณหภูมิสูง หรืออยู่ภายในเพลิง สายไฟจะต้องมีรัศมีดัดโค้งไม่เกิน 8 เท่าของรัศมีความโตของสายไฟนั้น ฉนวนหุ้มสายไฟและวัสดุที่เป็นเปลือกนั้น นอกจะต้องไม่แปรสภาพใด ๆ เมื่อตัวนำไฟฟ้าภายในต้องนำไฟฟ้าที่อุณหภูมิสูง 90°c อย่าง ต่อเนื่องตามมาตรฐาน IEC 216 และสายไฟทั้งหมดจะต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานสากล ดังนี้

- สายนำไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องได้เป็นปกติในขณะเกิดเพลิงไหม้ตามมาตรฐาน BS 6387 C.W.Z. (โดยจะต้องเป็น Standard Test)
  - ➢ ข้อกำหนด C ที่อุณหภูมิ 950 °c เป็นเวลา 3 ชัวโมง
  - ➢ ข้อกำหนด Wให้รับความร้อนอุณหภูมิ 650 °c เป็นเวลา 15 นาที แล้วพ่นฉีดด้วยน้ำที่อุณหภูมิเดียวกันเป็นเวลา 15 นาที
  - ➢ ข้อกำหนด Z สายไฟต้องกังสามารถนำไฟฟ้าได้เป็นปกติขณะที่ถูกกระทำด้วยพลังงานกล จากภายนอก ที่อุณหภูมิ 950 °c เป็นเวลา 15 นาที
  - ➢ สายไฟต้องมิ Rate Voltage 0.6/1 KV
- สายไฟจะต้องผ่านการทดสอบที่แสดงว่าไม่เอื้ออำนวยต่อการติดไฟตามมาตรฐาน IEC 332-3
- ปริมาณควันที่เกิดขึ้นเมื่อสายไฟถูกเผาไหมิโดยตรงวัดตามมาตรฐาน IEC 1034-3
- ปริมาณ Halogen แก๊สพิษและแก๊สกัดกร่อนสายไฟจะต้องปลอดจากสาร Halogen และไม่ก่อให้เกิดแก๊สที่กัดกร่อนเมื่อลูกไฟ สายไฟจะต้องมิคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 754
- ปริมาณเชื้อเพลิงของวัสดุที่ใช้ทำสายไฟ ไม่ช่วยให้เกิดความร้อนเมื่อไหมิไฟวัสดุที่ใช้ท่าฉนวนของสายไฟ และวัสดุที่เป็นเปลือกนอกจะต้องไม่ให้ความร้อนเมื่อเกิดการเผาไหม้ และไม่มากกว่า 8,500 BTU หรือ 20 KJ/GRAM
- การทนทานต่อการลัดวงจร และความต้านทานต่อการใช้กระแสเกินพิกัดสายไฟจะต้องทนทานต่ออุณหภูมิกันเนื่องจากกระแสลัดวงจรได้ที่ 280 °c เป็นเวลา 5 วินาที พิกัดอุณหภูมิ 250 °c เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
- การควบคุมคุณภาพ บริษัทผู้ผลิตสายไฟเหล่านี้ จะต้องได้รับการยอมรับตามมาตรฐานประกันคุณภาพ ISO 9001

30) อุปกรณ์ขั้วต่อสาย จะต้องมีการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้โดยจะต้องมีคุณสมบัติทนไฟ เหมือนกับสาย

31) สายไฟชนิดทนไฟ ให้ติดตั้งบนรางเดินสาย Cablebasket Tray หรือ Wire Way หรือเดินในท่อโลหะ การจัดวางจะต้องไม่ทำให้เกิดการนำกระแสไฟฟ้าลดลงแต่อย่างไร กรณีเดินในรางจะต้องรัดสายด้วย สายรัดชนิด Stainless การกัดวางสายและระยะห่างของสายเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้ผลิตอย่าง เคร่งครัด

32) สายไฟแรงต่ำชนิดทนไฟ (MI Cable และอุปกรณ์ประกอบ) อนุญาตให้เทียบเท่าได้โดยไม่ต้องมีท่อร้อยสาย

- ระบบไฟฟ้า ต้องสามารถใช้งานได้ดีกับระบบไฟฟ้า 380/220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิรตซ์ ของการไฟฟ้านครหลวง และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- มาตรฐานอ้างอิง ต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐานฉบับล่าสุด ดังต่อไปนี้
  - วัสดุต้องประกอบด้วย Seamless Copper Sheath, Magnesium Oxide Insulant และ Solid Copper Conductor
  - การทนไฟ ต้องไม่ทำให้เกิดการกระจายของเปลวไฟ และไม่เกิดควันไฟขึ้น พร้อมทั้งไม่ก่อให้เกิด Toxic และกรดก๊าซในขณะที่เกิดเพลิงไหม้ จุดหลอมเหลวของ Copper Sheath ต้องไม่ต่ำกว่า 1080 °c ส่วน Magnesium oxide insulant ต้องไม่ต่ำกว่า 2700 °c
  - อุณหภูมิการทำงาน ต้องทนอุณหภูมิขณะทำงานที่ต่อเนื่องได้ถึง 250 °c สำหรับการใช้งานระบบไฟฟ้าทั่วไปในกรณี Emergency ต้องสามารถทำงานในช่วงสั้น ๆ ได้ที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 1080 °c
  - การทนน้ำ ต้องทำงานได้อย่างต่อเนื่องสมบูรณ์แบบเมื่อ MI Cable จุ่มอยู่ในน้ำ ยกเว้นส่วนที่เป็น Fitting ต่าง ๆ ของ MI Cable
  - การทนของแรงกระทบทางกล ต้องทนทานต่อแรงกระทำทางกลได้ดี โดยไม่ทำให้การทำงานด้านไฟฟ้าเสื่อมคุณภาพลงไป
  - การเป็นตัวนำลงดิน Copper sheath จะต้องมีความต้านทานต่ำ สามารถทำหน้าที่เป็นตัวนำลงดินได้
  - การกันการรบกวน ต้องป้องกันการรบกวน เนื่องจาก Electro magnetic pulses ได้ดี
- หัวสาย (Termination set) ต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ Gland Back nut ,Compression Ring, Gland Body, Brass Pot, Pot Closure, Conductor Sleeve และส่วนประกอบอื่นที่จำเป็นให้เหมาะสมกับขนาด MI Cable แต่ละขนาด เพื่อประกอบหัวสายให้ เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิตจนครบถ้วนและใช้งานได้ดี
- เครื่องมือ ผู้ขายต้องเตรียมคู่มือการติดตั้ง และเครื่องมือใช้งานเฉพาะ เช่น Stripper, Potter Straightened, Crimping เป็นต้น และเครื่องมือใช้งานเฉพาะอื่น ๆ ที่จำเป็น เพื่อใช้ในการติดขึ้ง และเดินสาย MI Cable ให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิตตาราง ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า ชนิด MIเป็นไปตามตาราง วสท.เล่มปัจจุบัน

33) เครื่องมือ ผู้ขายต้องเตรียมคู่มือการติดตั้ง และเครื่องมือใช้งานเฉพาะ เช่น Stripper, Potter Straightened, Crimping เป็นต้น และเครื่องมือใช้งานเฉพาะอื่น ๆ ที่จำเป็น เพื่อใช้ในการติดขึ้ง และเดินสาย MI Cable ให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิตตารางขนาดกระแสของสายไฟฟ้า ชนิด MIเป็นไปตามตาราง วสท.เล่มปัจจุบัน

13.4 การติดตั้ง

13.4.1 การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้

1) ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้วในแต่ละช่วงโดยปลายท่อทั้งสองด้านต้องเป็นกล่องพักสาย กล่องดึงสาย หรือกล่องต่อสายสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า **ห้ามมิให้ตระเตรียมร้อยไว้ในท่อร้อยสายล่วงหน้าอย่างเด็ดขาด**

2) การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้า โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต

3) การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่ออาจจำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่น โดยสารนั้นจะต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า

4) การดัดโค้งหรืองอสายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใดๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน NEC และไม่น้อยกว่าคำแนะนำของผู้ผลิตสายไฟฟ้า (ถ้ามี)

5) การต่อสายใต้ดินหรือบริเวณที่เปียกชื้น หรือโดนน้ำได้ต้องหุ้มด้วยสารกันความชื้นมิให้เข้าไปในหัวต่อได้ เช่น สารประเภทซิลิโคน หรือ Epoxy

13.4.2 การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า

1)การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า ให้กระทำได้ภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าเท่านั้น ห้ามต่อในช่องท่อโดยเด็ดขาด หรือให้ต่อสายได้ในช่วงที่สามารถเข้าตรวจสอบได้โดยง่าย สำหรับการเดินสายในรางวางสายชนิดต่าง ๆ

2)การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน 10 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ Insulated Wire Connector, Pressure Type ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์

3)การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้า ที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 10 ตารางมิลลิเมตร และไม่เกิน 240 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ปลอกทองแดงชนิดใช้แรงกลอัด (Splice or Sleeve) และพันด้วยฉนวนไฟฟ้าชนิดละลายและเทป พี.วี.ซี. อีกชั้นหนึ่ง

4)การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่าที่กำหนดข้างต้น ให้ต่อโดยใช้ Split Bolt Connector ซึ่งผลิตจาก Bronze Alloy หรือวัสดุอื่นที่ยอมรับให้ใช้งานต่อเชื่อมสายไฟฟ้าแต่ละชนิด

5)ปลายสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี Terminal Block เพื่อการต่อสายไฟฟ้าแยกไปยังจุดอื่นได้สะดวก และการเปลี่ยนชนิดของสายไฟฟ้า ให้กระทำได้โดยต่อผ่าน Terminal Block นี้

6)การต่อสายไฟฟ้าชนิดพิเศษที่มีข้อกำหนดเฉพาะ ให้เป็นไปตามข้อแนะนำของผู้ผลิตสายไฟฟ้านั้นๆ

13.5 รหัสสีของสายไฟ

สายไฟที่ใช้ทั้งหมด ต้องใช้สีเป็นรหัส (COLOUR CODE) ในกรณีที่เป็นสาย FEEDER ขนาดใหญ่ ซึ่งไม่มีสายที่เป็น COLOUR CODE ได้ ให้ใช้ TAPE สี พันทับสายไฟ ณ จุด ที่มีการเชื่อมต่อสายไฟหรือภายใน PULL BOX ทั้งนี้ให้ใช้ตัวอักษรและรหัสสีสำหรับสายไฟดังนี้

L1	สำหรับ PHASE A	สีน้ำตาล
L2	สำหรับ PHASE B	สีดำ
L3	สำหรับ PHASE C	สีเทา

N	สำหรับ	NEUTRAL	สีฟ้า
E	สำหรับ	GROUND	สีเขียวหรือเขียวแถบเหลือง

13.6 การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้าดังนี้

13.6.1 สำหรับวงจรแสงสว่างและเต้ารับ ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ตัดวงจรและสวิทช์ต่างๆ อยู่ในตำแหน่งเปิด ต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกะโอห์ม ในทุก ๆ กรณี

13.6.2 สำหรับ Feeder และ Sub Feeder ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งสองทาง แล้ววัดค่าความต้านทานของฉนวน ต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกะโอห์ม ในทุกๆ กรณี

13.6.3 การวัดค่าของฉนวนที่กล่าว ต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลต์ และวัดเป็นเวลา 30 วินาที ต่อเนื่องกัน

13.7 การรับประกัน

ผู้รับจ้างจะต้องประกันผลงานในระยะเวลา 2 ปี จากวันที่ผู้ว่าจ้างตรวจรับงานแล้ว ในระหว่างระยะเวลาประกัน หากมีการชำรุดเสียหายอันเนื่องมาจากการออกแบบหรือการติดตั้งบกพร่อง หรือจากการใช้งานเครื่องจักรอุปกรณ์ตามปกติ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบ และเร่งดำเนินการแก้ไขให้ใช้การได้ดี โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ เพิ่ม

หมวดที่ 14 โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์

14.1 ความต้องการทั่วไป

14.1.1 โคมไฟฟ้าแสงสว่าง ที่กำหนดในรายละเอียดหมวดนี้ โดยทั่วไปเป็นชนิดใช้กับระบบไฟฟ้าแรงดัน 230 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ต

14.1.2 วัสดุ-อุปกรณ์ ต้องมีกรรมวิธีการผลิต และ/หรือมีคุณสมบัติไม่น้อยกว่าข้อกำหนดในรายละเอียดหมวดนี้ และไม่ขัดต่อมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่เกี่ยวข้องดังนี้

1)	ก. มอก. 23-2521	บัลลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์
2)	ข. มอก. 673-2530	บัลลาสต์สำหรับหลอดไอปรอทความดันสูง
3)	มอก. 885-2532	บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์เฉพาะด้านความปลอดภัย
4)	ง. มอก. 344-2530	ขั้วรับหลอดฟลูออเรสเซนต์และขั้วรับสตาร์เตอร์
5)	จ. มอก. 819-2531	ขั้วรับหลอดไฟฟ้าแบบเกลียว
6)	ฉ. มอก. 183-2528	สตาร์เตอร์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์
7)	ช. มอก. 191-2531	ตัวเก็บประจุสำหรับใช้ในวงจร หลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอดปล่อยประจุอื่น
8)	ซ. มอก. 4 เล่ม 1-2522	หลอดไฟฟ้า
9)	ฌ. มอก. 236-2520	หลอดฟลูออเรสเซนต์
10)	ญ. มอก. 902-2532	ดวงโคมไฟฟ้าติดประจำที่สำหรับจุดประสงค์ทั่วไป
11)	ฎ. มอก. 903-2532	ดวงโคมไฟฟ้าฝัง
12)	ฏ. มอก. 904-2532	ดวงโคมไฟฟ้าสำหรับให้แสงสว่างบนถนน
13)	ฐ. มอก. 906-2532	ดวงโคมไฟฟ้าสาดแสง

14.2 รายละเอียดวัสดุ-อุปกรณ์ประกอบ

14.2.1 ขั้วหลอด (Lamp Holder) และ ขั้วยึดสตาร์เตอร์ (Starter Holder) สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ต้องมีขั้วสัมผัสทางไฟฟ้าทำด้วยทองแดง หรือทองแดงชุบโลหะอื่น เช่น เงิน ดีบุก เป็นต้น เพื่อผลทางด้านการสัมผัสทางไฟฟ้าและการป้องกันสนิมทองแดงส่วนฉนวนไฟฟ้าที่หุ้มรอบนอก (Body) และ/หรือส่วนที่เป็นฉนวนอื่นๆ ต้องเป็นสาร Polycarbonate หรือสารอื่นที่มีความทนทานไม่กรอบหรือเปราะง่าย และควรได้รับการรับรองคุณภาพจาก "UL" (UL Listed)

14.2.2 ขั้วหลอดสำหรับหลอดชนิดที่เกิดความร้อนสูงขณะใช้งาน เช่น หลอดไส้ (Incandescent Lamp) หลอดความดันไอ (Gas Discharge Lamp) เป็นต้น ให้ขั้วสัมผัสทางไฟฟ้าทำด้วยทองแดง หรือทองแดงชุบโลหะอื่นที่เหมาะสม เพื่อผลทางไฟฟ้าและป้องกันสนิมทองแดง ส่วนตัวฉนวนหุ้ม (Body) ต้องเป็นวัสดุกระเบื้องเคลือบ (Porcelain) หรือวัสดุอื่นที่ทนความร้อนสูง (ทนไฟ)

14.2.3 บัลลาสต์ (Ballast) สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดตั้งแต่ 18 วัตต์ ขึ้นไป จะเป็นชนิดพลังงานสูญเสียต่ำ (Low Loss) โดยมีการสูญเสียกำลังไฟฟ้าไม่เกิน 6 วัตต์ในขณะใช้งานปกติส่วนบัลลาสต์ของหลอดฟลูออเรส

เซนต์ขนาดอื่นและหลอดไฟชนิดอื่นต้องมีแกนเหล็ก (Core) ทำด้วย High Crade Silicon Steel Laminated ส่วนขดลวดเป็นทองแดงหุ้มฉนวน (Enamelled Copper Wire) สามารถทนอุณหภูมิขณะใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 130 oC (Insulation Class "H") เมื่อประกอบสำเร็จ ให้พ่นเคลือบด้วยสีทนความร้อน นอกจากนั้นคุณสมบัติทางไฟฟ้าต้องให้ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์สูง (High Power Factor Ballast) ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ได้ไม่น้อยกว่า 0.9 หรือกรณีที่เป็นชนิดเพาเวอร์แฟคเตอร์ต่ำ การประกอบใช้งานต้องมีคาปาซิเตอร์ เพื่อปรับค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ได้ไม่น้อยกว่า 0.9

14.2.4 สตาร์เตอร์ (Starter) สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่จำเป็นต้องเป็นแบบ Switch Start พร้อมด้วยตัวเก็บประจุเพื่อป้องกันการรบกวนคลื่นวิทยุ (Radio-Interference Suppression Capacitor) โดยทั้งหมดบรรจุอยู่ภายในหลอดที่ทำด้วยสาร Polycabonate หรือวัสดุที่มีคุณสมบัติเท่าเทียมกันหรือดีกว่า

14.2.5 สายไฟฟ้าภายใน และ/หรือสายไฟฟ้าที่ติดมากับดวงโคมไฟฟ้า โดยปกติต้องการให้มีขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร เว้นแต่กรณีมีข้อจำกัดในการยึดสายไฟฟ้า ให้ใช้สายที่มีขนาดเล็กกว่ากำหนดนี้ได้ แต่ต้องไม่เล็กกว่า

1.0 ตารางมิลลิเมตร โดยชนิดของสายต้องมีฉนวนทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลต์ และทนอุณหภูมิใช้งานของตัวนำไม่น้อยกว่า

1) 70^{o}C สำหรับดวงโคมไฟฟ้าที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์
2) 105^{o}C หรือ สายทนความร้อนสำหรับดวงโคมไฟฟ้าที่ใช้หลอดไส้ และหลอดที่มีความร้อนสูง เช่น GAS Disdischarge Lamp เป็นต้น

14.2.6 ขั้วต่อสาย (Terminal Block) ซึ่งใช้สำหรับต่อสายไฟฟ้าจากภายนอกเข้าดวงโคม ต้องมีตัวนำเป็นทองแดงหุ้มด้วยฉนวน Polythene หรือ Polymid สำหรับโคมไฟฟ้าทั่วไปและหุ้มด้วยฉนวนกระเบื้องเคลือบ (Porcelain) Block Type สำหรับโคมไฟฟ้าที่ใช้หลอดมีความร้อนสูง ขั้วต่อสายนี้ต้องยึดติดกับตัวโคม

14.2.7 เสาสำหรับติดตั้งโคมไฟถนน หรือ Floodlight จะต้องผลิตตามมาตรฐาน DIN EN 40 ทำจาก Tapered Tubular Steel ป้องกันสนิมด้วยวิธี Hot Dipped Galvanized ทั้งภายในและภายนอก ต้องมี Service Door ซึ่งยึดด้วย Stainless Screw และมีช่องสำหรับเดินสายไฟเข้าที่ใต้พื้น

14.3 วัสดุ และการสร้างโคมไฟฟ้า

โคมไฟฟ้าที่ติดตั้งเพื่อให้แสงสว่างทั่วไป ต้องใช้วัสดุและกรรมวิธีการผลิตตามข้อกำหนดในรายละเอียดนี้ เว้นแต่จะมีข้อกำหนดในแบบให้เป็นอย่างอื่น

14.3.1 โคมไฟฟ้าภายในอาคารที่ใช้หลอด LED T8 ให้เป็นไปตามกำหนดดังนี้

1) ตัวโคมต้องพับขึ้นรูปจากแผ่นเหล็กชนิด Electrogalvanized หรือแผ่นเหล็กที่ผ่านการชุบผิวป้องกันสนิมด้วยกรรมวิธีทางเคมีที่เหมาะสมเคลือบด้วยฟอสเฟต แล้วพ่นด้วยสีฝุ่น Epoxy หรือพ่นด้วย Stove Enamel Paint ปกติให้เป็นสีขาว
2) แผ่นเหล็กที่ใช้ทำโคมต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 0.8 มิลลิเมตร สำหรับโคมที่ติดตั้งหลอดไฟฟ้า ได้ไม่เกิน 2 หลอด นอกนั้นให้ใช้เหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร
3) รูปทรงของโคม ต้องได้รับการออกแบบอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพทางแสงสูงสุด และตัวโคมมีความแข็งแรงเพียงพอในการติดตั้ง

4) โคมชนิดที่กำหนดให้มีแผ่นกรองแสง (Diffuser) ต้องเป็นชนิด Prismatic ขึ้นรูปเป็นขนาดที่เหมาะสมและยึดติดกับตัวโคม

5) โคมไฟที่ใช้หน้ากากตะแกรง (Louver) กำหนดให้แผ่นสะท้อนแสงด้านหลังซึ่งยึดติดกับโคมทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมผิดขัดเงาดัดโค้งพาราบอลิค (Parabolic Mirror Aluminium Reflector) ตลอดความยาวหลอด ส่วนตัวหน้ากากให้มีครีบตามความยาวหลอด ทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมผิวขัดเงาดัดโค้งพาราบอลิค (Parabolic Mirror Aluminum Louvre) และครีบตามขวางทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมมีลายเส้น (Profiled Lamellae) เพื่อลด Glare

6) หลอดไฟฟ้าโดยทั่วไปเป็นแบบ LED ชนิดTUBE หรือ MODULE สามารถเปลี่ยนตัวกำเนิดแสงได้ ขนาด 9 วัตต์ หรือ 18 วัตต์แล้วแต่กรณี และสีของแสงเป็น Day Light (6,500 °K) หรือตามระบุในแบบ Colour Rendering Index (CRI) ต้องไม่ต่ำกว่า 85 ความสว่างต้องไม่น้อยกว่า 80 ลูเมน/วัตต์ อายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า 30,000 ชั่วโมง มีการรับประกันไม่น้อยกว่า 2 ปี

7) หลอดเมทัลฮาไลด์ชนิดรูปทรงโบว์ลิ่งต้องมีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 20,000 ชม. Colour Rendering Index (CRI) ต้องไม่ต่ำกว่า 80, หลอดเมทัลฮาไลด์ชนิดคอมแพ็คต้องมีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 9, 000 ชม. Colour Rendering Index (CRI) ต้องไม่ต่ำกว่า 80

8) หลอดไฟ TL-5

- หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 14 W หรือ 28 W มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 16 มิลลิเมตร โดยให้ค่าความสว่าง (ลูเมน) ต่อกำลังไฟฟ้าสูงถึง 104 ลูเมนต่อวัตต์
- หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 14 W มีค่าความสว่าง (ลูเมน) ไม่น้อยกว่า 1,350 ลูเมน
- หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 28 W มีค่าความสว่าง (ลูเมน) ไม่น้อยกว่า 2,900 ลูเมน
- หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 14 W หรือ 28 W ต้องมีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 24,000 ชั่วโมง

14.3.2 โคมไฟถนน จะต้องคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1) ตัวโคมจะต้องมี Degree of Protection ตาม IEC 529 ไม่ต่ำกว่า IP 65
2) ตัวโคมทำจาก Die-Cast Aluminium, สีของตัวโคมเป็นชนิด Polyester หรือ Enamel
3) Reflector ทำจาก Anodized High Purity Aluminium
4) ฝาครอบใส (Bowl) ทำจาก Acrylic หรือ Polycarbonate ซึ่งคงทนต่อรังสีอุลตร้าไวโอเลต (UV Stabilized) โดยแขวนและยึดติดกับตัวโคมด้วยอุปกรณ์ที่ทำจาก Stainless Steel
5) อุปกรณ์ประกอบ (Control Gear) จะต้องประกอบรวมเป็นชุดเดียวกับตัวโคม การบำรุงรักษาหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ประกอบจะต้องทำได้สะดวกง่ายดาย โดยไม่กระทบกระเทือนตัวหลอดหรือขั้วหลอด
6) ติดตั้งกับเสาสูง 4 เมตร ตามมาตรฐาน กฟภ. หรือตามแบบกำหนด

14.3.3 โคมไฟ High-bay LED

1) ตัวโคมต้องเป็นโคม High-bay คุณภาพสูง ประกอบด้วย ชุด Control Gear สำหรับหลอดไฟฟ้าประเภท Discharge
2) Electrical Unit Parts เช่น Gear Housing, Mounting Cap และ Mounting Plate ต้องเป็นแบบ High-pressure Diecast Aluminium Housing With Low Copper Content

3) Reflector ทำจาก High-grade Aluminium

4) ฝาครอบใส กันฝุ่น IP54

5) IP65 สำหรับ Gear Housing

6) Insulation Class I

7) การเดินสายภายในโคมต้องเป็นตาม IEC 589

8) Maximum Ambient Temperature 50°C

14.3.4 โคมไฟ Down Light

1) หลอดไฟ ใช้สำหรับหลอดประหยัดพลังงาน LED ติดตั้งแบบตั้ง ฐานรับหลอดเป็นแบบขั้ว

2) Control Gear มีกล่องใส่บัลลาสต์อยู่ด้านบน โคมทำด้วย Polycarbonate Plastic, Die Cast Aluminium Ring

3) Reflector เป็นแบบ Silver Aluminium Reflector

14.3.5 Wall Mount

1) โคมไฟติดผนัง

- โคมไฟติดผนังสำหรับหลอด LED
- ตัวโคมทำจากอลูมิเนียมหล่อ ตัวสะท้อนแสงทำจากอลูมิเนียมอโนไดซ์
- ฝาครอบพลาสติกโพลีคาร์บอร์เนต
- สำหรับหลอดเมทัลฮาไลด์หรือหลอด LED

2) โคมไฟติดผนัง 1 x 18 W

- โคมไฟติดผนังสำหรับหลอดประหยัดพลังงาน ขนาด 18 วัตต์
- ตัวโคมทำจากอลูมิเนียมหล่อ ตัวสะท้อนแสงทำจากอลูมิเนียมอโนไดซ์
- ฝาครอบพลาสติกโพลีคาร์บอร์เนต
- สำหรับหลอดประหยัดพลังงาน ขนาด 18 วัตต์

3) โคมไฟติดผนัง 1 x 20 W

- โคมไฟติดผนังสำหรับหลอดประหยัดพลังงาน ขนาด 20 วัตต์
- ตัวโคมทำจากอลูมิเนียมฉีด (Die-cast Aluminium) คุณภาพสูงทนต่อการกัดกร่อนได้ดี (Corrosion Resistance)
- โคมเคลือบด้วยสีฝุ่นสีดำมีความคงทนสูง (Polyester Powder Coat)
- ประเก็นยางทำจาก Silicone Rubber ใช้งานได้ดีกับทุกสภาวะแวดล้อม
- ฝาครอบหลอดทำจากแก้วขุ่น
- น็อตและสกูรทำจาก Stainless Steel
- IP55 Class I
- สำหรับหลอดประหยัดพลังงาน ขนาด 20 วัตต์

4) Wall Mount Up-down Light 2x par 38 60W (ติดตั้งในอาคาร)

Protection class equivalent IP 43 corrosion resistant aluminium with safety glass colour black also available in 7 colours anti-glare buffle.

14.3.6 โคมไฟ Down Light สำหรับหลอด Halogen 300W ชนิดแท่ง

Technical description

Power supply : 230 V/240; Prepared for through-wiring.

Gear : Control unit supplied with fitting in separate box and delivered with standard protection glass.

Material : Cast aluminum cover and ring (aluminum cylinder), Silver (frosted) aluminum reflector.

14.3.7 โคมไฟ Down Light สำหรับหลอด Metal halide 150 W, 250W

Technical description

Power supply : 230 V/240; Prepared for through-wiring.

Gear : Control unit supplied with fitting in separate box and delivered with standard protection glass.

Material : Cast aluminum cover and ring (aluminum cylinder), Silver (frosted) aluminum reflector.

14.3.8 โคมไฟ ฟลัดไลท์ 400 W, 250w,150w Metal halide

Easily taking care of the element.

Housing have an IP 65 ingress protection, the lamp, reflector and electrical gear well protected against entry of water, dirt or dust.

A Class I flood-light (earthing required) supplied with integrated control gear and lamp.

The robust and high-grade aluminum housing is also designed for a trouble-free life. And the front-glass is toughened to give added protection.

14.3.9 โคมไฟใต้น้ำ 50 w 12v Halogen

1) ตัวโคมทำจาก Stainless Steel 304 ทนต่อกรกัดกร่อนได้ดี (Corrosion Resistance)
2) ประเก็นยางทำจาก Silicone Rubber ใช้งานได้กับทุกสภาวะแวดล้อม
3) กระจกทนความร้อนแบบใส (Safety and Toughened Glass)
4) น็อตและสกูรทำจาก Stainless Steel
5) มีตัวถังพลาสติกที่ใช้สำหรับติดตั้งฝังกับคอนกรีตแยกจากตัวโคม
6) IP68 Class

14.4 **โคมแสงสว่างฉุกเฉิน** (Self-Contained Battery Emergency Light)

14.4.1 โคมแสงสว่างฉุกเฉินต้องเป็นชนิดมีแบตเตอรี่บรรจุอยู่ภายใน พร้อมด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติแบบ Solid State ทำหน้าที่ควบคุมการประจุไฟฟ้าเข้า และกระจายประจุของแบตเตอรี่ โดยระบบควบคุมนี้จะต้องตัดวงจร เมื่อการคายประจุจากแบตเตอรี่ถึงขีดแรงดันไฟฟ้า ที่จะเป็นอันตรายต่อแบตเตอรี่ และทำงานตามระบบ Non-Maintained Mode คือ หลอดไฟจะสว่างก็ต่อเมื่อไฟฟ้าที่จ่ายไฟให้กับโคมดับลง

14.4.2 ให้มี Test Button เพื่อทดสอบคุณภาพของแบตเตอรี่ และชุด Remote Lamp ต้องมี Remote Test Button ด้วย

14.4.3 Housing สำหรับบรรจุแบตเตอรี่และอุปกรณ์ควบคุม เป็นกล่องทำจากแผ่นเหล็ก Electrogalvanized หนาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร และพ่นเคลือบด้วยสี Enamel หรือ Epoxy Powder Paint ทั้งนี้ให้มีช่องระบายความร้อนอย่างเพียงพอ

14.4.4 การติดตั้ง ให้เป็นไปตามกำหนดในแบบ โดยระดับของหลอดไฟต่ำจากระดับฝ้าประมาณ 0.3 เมตร ส่วนชุดที่ติดตั้งแยกหลอดไฟ (Remote Lamp) ให้ทำฐานของหลอดไฟที่เหมาะสมและสวยงาม

14.4.5 ได้รับมาตรฐานอุตสาหกรรม โคมไฟฟ้าฉุกเฉินชุดเบ็ดเสร็จ มอก.1102-2538

14.4.6 ได้รับมาตรฐานอุตสาหรรม ขีดจำกัดสัญญาณรบกวนวิทยุ (EMC) มอก.1955-2542 ไม่รบกวนเครื่องมือสื่อสาร

14.4.7 แบตเตอรี่แห้ง (SEALED LEAD ACID) ขนาด 12V. 26 AH. (AUTOMATIC SOLID STATE CHARGER) ใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้า 220 VAC 50 Hz

14.4.8 สวิทช์ควบคุมโคมไฟมี 2 สวิทช์ สามารถเลือกเปิดโคมแต่ละดวงได้

14.4.9 หลอดไฟ LED 3 วัตต์ ติดตั้งฝังฝ้าเพดาน

14.4.10 ส่องสว่างได้นานประมาณ 2 ชั่วโมง สามารถให้แสงสว่างทันที อย่างต่อเนื่องเมื่อไฟ A.C.220V. ขาดหายไป

14.4.11 มีฟิวส์ป้องกัน ทั้งไฟเกิน ไฟช็อต ด้าน A.C.220V./D.C.12V.

1)มีหลอด L.E.D. (สีเขียว 4 ดวง วิ่งสลับไป-มา แสดงสภาวะไฟ A.C.220V. เข้าเครื่อง

2)มีหลอด L.E.D. (สีแดง 1 ดวง) CHARGING แสดงสภาวะกำลังชาร์จแบตเตอรี่

3)มีหลอด L.E.D. (สีเขียว 1 ดวง) FULL CHARGED แสดงสภาวะแบตเตอรี่ถูกชาร์จเต็ม

4)มีหลอด L.E.D. (สีส้ม 2 ดวง) LAMP1, LAMP2 ควบคุมโคมไฟซ้ายขวา (ซึ่งจะต้องเปิดไว้ตลอดเวลา)

14.4.12 หม้อแปลงพิเศษ ป้องกันไฟดูดผู้ใช้ บ้อบบิ้น 2 ชั้น ชนิด (DOUBLE INSUATED)

14.4.13 วงจรควบคุม/ป้องกันการจ่ายไฟจากแบตเตอรี่ มิให้จ่ายไฟเกินกำหนด (LOW VOLTAGE PROTECTION CUT-OFF)

14.4.14 ควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่โดยอัตโนมัติ ด้วยวงจร ไอ.ซี. (INTEGRATED CIRCUITS) ไฟเต็มตัด ไฟอ่อนอัดซ้ำ

14.4.15 เมื่อไฟ A.C.220V. กลับคืนมาแล้วเครื่องยังคงส่องสว่างต่ออีก 5 วินาที เพื่อรอให้หลอดฟลูออเรสเซนต์ติดสว่างเสียก่อนจึงหยุดจ่ายไฟ

14.5 FIRE EXIT LIGHT

คุณสมบัติ

- แสดงเครื่องหมายด้วยหลอดไฟภายใน ทั้งในยามปกติ และในยามฉุกเฉิน มองเห็นใกล้ ไกล ชัดเจน
- หลอดไฟ LED 5 วัตต์ สามารถแสดงเครื่องหมายได้แน่นอน
- แผ่นป้ายพลาสติก อะคริลิค แข็งแรง ทนทาน อายุการใช้งานนาน
- ขนาดที่แสดงเครื่องหมาย 17 x 37 cms. (1 หน้า หรือ 2 หน้า แล้วแต่ความต้องการ)
- แบตเตอรี่แห้ง (SEALED LEAD-ACID BATTERY) ขนาด 6 V. 4AH.
- การทำงานขณะไฟดับประมาณ 2 ชั่วโมง
- เหมาะสำหรับติดผนังหรือแขวนฝ้า
- มีวงจรควบคุมและป้องกันการจ่ายไฟจากแบตเตอรี่มิให้จ่ายไฟเกินกำหนด (Low voltage Protection cut-off)
- ควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่ไฟโดยอัตโนมัติม

14.6 การขออนุมัติ

ก่อนการจัดหา หรือสั่งซื้อโคมไฟฟ้าทุกชนิด ต้องได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการตรวจการจ้างโดยต้องส่งรายละเอียดประกอบการพิจารณาดังนี้

14.6.1 รายละเอียดของ วัสดุ-อุปกรณ์ ที่ใช้ รวมทั้งกรรมวิธีการป้องกันสนิม หรือตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างเรียกขอ

14.6.2 ส่งรายละเอียดวิธีการติดตั้ง เพื่อประกอบการพิจารณาความเหมาะสมกับสภาพที่ติดตั้งใช้งาน

14.6.3 ต้องส่งตัวอย่าง วัสดุ/อุปกรณ์ ตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างเรียกขอทั้งนี้เมื่อได้รับการอนุมัติ และได้ติดตั้งเรียบร้อย หากคณะกรรมการตรวจการจ้างพบว่าโคมไฟฟ้าที่ได้นำเข้าติดตั้งนั้นไม่ตรงตามที่ได้ขออนุมัติไว้ หรือไม่ตรงตามข้อกำหนด ต้องนำมาเปลี่ยนหรือทดแทนให้ถูกต้อง

14.7 การรับประกัน

ผู้รับจ้างจะต้องประกันผลงานในระยะเวลา 2 ปี จากวันที่ผู้ว่าจ้างตรวจรับงานแล้ว ในระหว่าง ระยะเวลาประกัน หากมีการชำรุดเสียหายอันเนื่องมาจากการออกแบบหรือการติดตั้งบกพร่อง หรือจากการใช้งานอุปกรณ์ตามปกติ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบและเร่งดำเนินการแก้ไขให้ใช้การได้ดี โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ เพิ่ม

หมวดที่ 15 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

15.1 ความต้องการทั่วไป

เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (สายไฟฟ้า ให้รวมถึงสายสัญญาณทางไฟฟ้า-สื่อสาร อื่นๆ เช่น สายโทรศัพท์ สายสัญญาณ วิทยุ-โทรทัศน์ สายสัญญาณแจ้งเตือน เป็นต้น) เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องตามมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดหาวัสดุ อุปกรณ์และการติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนดดังรายละเอียดนี้

15.2 ท่อร้อยสายไฟฟ้า

15.2.1 ท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิดโลหะ ท่อโลหะต้องเป็นท่อโลหะตามมาตรฐาน มอก. 770 - 2533 และ/หรือ ANSI ชุบป้องกันสนิมโดยวิธี HOT-DIP Galvanized ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะดังต่อไปนี้

1) ท่อโลหะชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ติดตั้งลอย หรือซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งไม่มีสาเหตุใดๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน NEC Article 348

2) ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit : IMC) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบางและติดตั้งฝังในคอนกรีตได้ แต่ห้ามใช้ฝังดินโดยตรง และห้ามใช้ในสถานที่อันตรายตามกำหนดใน NEC Article 345

3) ท่อโลหะชนิดหนา (Rigid Steel Conduit : RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการ และให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรง ตามกำหนดใน NEC Article 346

4) ท่ออ่อน (Flexible Metal Conduit) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ หรือเครื่องไฟฟ้าที่มีหรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ โคมไฟฟ้าแสงสว่าง เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ชื้นแฉะและนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน NEC Article 350

5) อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ Coupling, Connector, Lock NUT, Bushing และ Service Entrance Cap ต่างๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน Connector

15.2.2 ท่อ พี.วี.ซี. (PVC Conduit)

1) ท่อ พี.วี.ซี. ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. และ/หรือ BS 6099 คงทนต่อการกัดกร่อนจากน้ำมัน, ไขมัน , เกลือ และ Inorganic Acid ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะ

2) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร และไม่เกิน 50 มิลลิเมตร ความหนาของผนังท่อต้องไม่น้อยกว่า 1.8 มิลลิเมตร

3) ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ติดตั้งลอย, ซ่อนในฝ้าเพดาน, ฝังในคอนกรีต และบริเวณที่จะไม่ได้รับความเสียหายเชิงกล (Mechanical Damage)

4) อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ เช่น Coupling, Bushing, Junction Box และ Connector ต้องเหมาะสมกับสภาพการติดตั้งและการใช้งานสีจะต้องเป็นสีเดียวกันกับท่อ

5) ท่ออ่อน (Flexible Conduit) เป็นท่ออ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ หรือเครื่องไฟฟ้าที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น โคมไฟฟ้าแสงสว่าง เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ชื้นแฉะและนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ

6) การติดตั้งท่อ พี.วี.ซี. ให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต

15.2.3 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

1) ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อก่อนทำการติดตั้ง

2) การดัดงอท่อ ต้องไม่ทำให้เสียรูปทรง และรัศมีมีความโค้งของการดัดงอ ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC

3) ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ ทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

4) ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะกำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น

5) การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC Article 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษเหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่

6) การใช้ท่ออ่อน ต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร

7) แนวการติดตั้งท่อ ต้องเป็นแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ ให้ปรึกษากับคณะกรรมการตรวจการจ้างเป็นแต่ละกรณีไป

15.2.4 การเดินสายบนผิวหรือเดินสายเกาะผนัง (Surface Wiring)

อนุญาตให้ใช้ได้กับการเดินสายภายในอาคารทั่วไป ยกเว้น ที่ได้ระบุว่าห้ามใช้ในเรื่องนั้นๆ โดยสายไฟฟ้าที่ใช้จะต้องเหมาะสมกับสภาพที่ติดตั้งด้วย

1) การเดินสายผ่านผนังหรือสิ่งก่อสร้างต้องมีการป้องกันความเสียหาย เนื่องจากฉนวนหรือเปลือกนอกถูกบาดด้วยสิ่งที่แหลมคม

2) สิ่งจับยึดเพื่อติดตั้งต้องทำด้วยวัสดุที่ไม่ทำให้ฉนวนของสายชำรุด ระยะห่างระหว่างจุดจับยึด ไม่เกิน 20 เซนติเมตร

3) การต่อและการต่อแยกให้ทำได้เฉพาะในกล่องสำหรับงานไฟฟ้าตามที่ได้อนุญาต

4) ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าให้เป็นไปตามข้อกำหนดการไฟฟ้านครหลวงหรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

5) การเดินสายให้ติดตั้งเรียงเป็นชั้นเดียว ห้ามติดตั้งซ้อนกัน

6) ไม่อนุญาตให้ใช้การเดินสายบนผิวในกรณีดังต่อไปนี้

- ในบริเวณที่อาจเกิดความเสียหายทางกายภาพ
- ในสถานที่อันตราย นอกจากระบุไว้เป็นอย่างอื่นในเรื่องนั้น
- ในระบบแรงสูง

15.3 Wireway

15.3.1 รางเดินสายโลหะ (Metal Wireways)

1) รางเดินสายโลหะมีลักษณะเป็นรางทำจากแผ่นโลหะพับมีฝาปิด-เปิดได้เพื่อใช้สำหรับเดินสายไฟฟ้า อาจจะมีช่องระบายอากาศด้วยก็ได้

2) วัสดุที่ใช้ทำรางเดินสายมี 4 ชนิด คือ

- แผ่นเหล็กผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม และพ่นสีทับ เช่นแผ่นเหล็กผ่านกรรมวิธีล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาล้างไขมัน และเคลือบฟอตเฟตด้วยน้ำยา Zinc Phosphate หลังจากนั้นจึงพ่นทับด้วยสีฝุ่น (Power Paint) หรือใช้กรรมวิธีอื่นที่เทียบเท่า
- แผ่นเหล็กชุบสังกะสีโดยวิธีทางไฟฟ้า
- แผ่นเหล็กชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน
- แผ่นเหล็กชุบอะลูซิงก์ (Aluzinc)

หมายเหตุ กรณีที่ติดตั้งในสถานที่เปียกหรือชื้น ให้ใช้วัสดุตามข้อ 1.2.3) หรือ 1.2.4)

3) ความยาวแนะนำในการผลิตของรางเดินสายมีขนาด 2.4 หรือ 3.0 เมตร

4) ขนาดรางเดินสายโลหะที่แนะนำในการผลิตมีขนาดตามตารางดังนี้

ตาราง ขนาดรางเดินสายโลหะที่แนะนำในการผลิต

ขนาดความสูง x กว้าง (มม.)	ความหนาต่ำสุด (มม.)
50 x 50	1.00
50 x 75	1.00
50 x 100	1.00
100 x 100	1.20
100 x 150	1.20
100 x 200 หรือ 150 x 200	1.60
100 x 300 หรือ 150 x 300	1.60
100 x 400 หรือ 150 x 400	1.60

15.3.2 การติดตั้งใช้งาน Wireway ต้องเป็นไปตาม NEC Article 300 และ Article 362 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

15.3.3 Wireway ที่ติดตั้งในแนวดิ่ง (Vertical) จะต้องมี Supporting Bar อยู่ภายใน Wireway เพื่อยึดสายเคเบิลทุกๆ ระยะ 40 เซนติเมตร

15.4 **รางเคเบิล** (Cable Tray)

15.4.1 รางเคเบิลแบบด้านล่างทึบและแบบมีช่องระบายอากาศ

15.4.2 รางเคเบิลมีลักษณะเป็นรางเปิด แผ่นเหล็กพื้น พับเป็นลูกฟูก

1) วัสดุที่ใช้ทำรางเคเบิลมี 4 ชนิด คือ

- แผ่นเหล็กผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม และพ่นสีทับ เช่น แผ่นเหล็กผ่านกรรมวิธีล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาล้างไขมัน และเคลือบฟอตเฟตด้วยน้ำยา Zinc Phosphate หลังจากนั้นจึงพ่นทับด้วยสีฝุ่น (Powder Paint) หรือใช้กรรมวิธีอื่นที่เทียบเท่า
- แผ่นเหล็กชุบสังกะสีโดยวิธีทางไฟฟ้า
- แผ่นเหล็กชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน

- แผ่นเหล็กชุบอะลูซิงก์ (Aluzinc)

หมายเหตุ กรณีที่ติดตั้งภายนอกอาคารหรือสถานที่เปียกชื้นให้ใช้วัสดุตามข้อ 2.1.2)

2) ความยาวแนะนำในการผลิตของรางเคเบิลมีขนาด 2.4 หรือ 3.0 เมตร และความสูงขนาด 150 มม.

3) กรณีติดตั้งภายนอกอาคารให้มีฝาครอบรางด้วย

4) การติดตั้ง ใช้งานรางเคเบิล (Cable Tray) ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน วสท. หัวข้อ 5.15 การเดินสายในรางเคเบิล (Cable Tray)

15.5 รางเคเบิลแบบบันได (Cable Ladders)

15.5.1 รางเคเบิลแบบบันไดมีลักษณะเป็นรางเปิด โดยมีบันได (Rung) ขอบมนไม่คมทุกๆ ระยะ 30 ซม. หรือน้อยกว่า

15.5.2 วัสดุที่ใช้ทำรางเคเบิลเป็นแผ่นเหล็กชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Hot Dip Galvanized)

15.5.3 ความยาวแนะนำในการผลิตของรางเคเบิลแบบบันไดมีขนาด 2.40 หรือ 3.0 เมตร และความสูงรางมีขนาด 100 หรือ 150 มม.

15.6 รางเคเบิลแบบตะแกรง (Cable Basket Tray)

15.6.1 รางเคเบิลแบบตะแกรงมีลักษณะเป็นรางเปิด ขอบมนไม่คม เนื้อโลหะผสานเป็นเนื้อเดียวกัน

15.6.2 รับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 500 กิโลกรัม

15.6.3 รางเดินสาย Cable Basket Tray พร้อมฝาปิดรางต้องทำด้วยเหล็กชุบ Electro Zinc ไม่เป็นสนิมมีความแข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักสายได้เต็มที่โดยไม่บิดเบี้ยวมีความหนาของการชุบ

15.6.4 การรับน้ำหนักที่ปลอดภัย พร้อมการนำไฟฟ้าที่เป็นไปตามมาตรฐานการใช้งาน IEC61537 มาตรฐานความปลอดภัย NEMA VE1-2009 CSA C22.2 No. 126.1-09- Cable Tray Systems มาตรฐานความปลอดภัย ANSI/NFPA 70, "National Electrical Code" (NEC). CSA C22.2 No. 126.1-09, Metal Cable Tray Systems

15.6.5 ขอบข้างรางจะต้องเรียบโดยไม่มีความคมของขอบเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับสายเคเบิ้ล

15.6.6 ฝาปิดพร้อมสกรูขนาดรางเดินสายใช้ขนาดขอบสูง 65 หรือ105 มม.แข็งแรง อุปกรณ์ติดตั้งทั้งหมดได้รับการรับรองมาตรฐานการทนทานต่ออัคคีภัยตามมาตรฐาน DIN4102 EN90

15.7 กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ ให้รวมถึงกล่องสวิตช์ กล่องเต้ารับ กล่องต่อสาย (Junction Box) กล่องพักสายหรือกล่องดึงสาย (Pull Box) ตามกำหนดใน NEC Article 370 รายละเอียดของกล่องต่อสาย ต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้

15.7.1 กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป ต้องเป็นเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanized และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำ ต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรืออะลูมิเนียมหล่อที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร

15.7.2 กล่องต่อสายที่มีปริมาณใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งาน ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanized และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี

15.7.3 กล่องต่อสายชนิดกันระเบิด ซึ่งใช้ในสถานที่อาจเกิดอันตรายต่างๆ ได้ตามที่ระบุใน NEC Article 500 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพจาก UL (UL Listed)

15.7.4 ขนาดของกล่องต่อสายขึ้นอยู่กับขนาด จำนวนของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้นๆ และขึ้นกับขนาดจำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่นๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามกำหนดใน NEC Article 373

15.7.5 กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาด ต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม

15.7.6 การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบ ให้มีรหัสสีทาภายในและที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

15.7.7 กล่องต่อสายสำหรับสวิตช์ และเต้ารับแบบกันน้ำฝนได้ที่ใช้ติดเกาะผนังใช้ชนิดโลหะหล่อ (DIB Cost) พ่นสีและอบ

15.8 การติดตั้ง

15.8.1 ถึงแม้ว่าข้อกำหนดจะระบุให้ใช้อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเป็นตัวนำ สำหรับการต่อลงดินหรือไม่ก็ตาม แต่ต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเหล่านี้ทุกๆ ช่วง ให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าโดยตลอด เพื่อเสริมระบบการต่อลงดินให้มีความแน่นอนและสมบูรณ์

15.8.2 การต่อเนื่องถึงกัน (Bonding) การใช้รางเดินสาย สำหรับวางสายไฟฟ้า โดยรางเป็นโลหะจะต้อง ระวังเกี่ยวกับการต่อเนื่องถึงกันตลอดของเส้นทางต่อลงดิน ไม่ให้มีการขาดตอนได้ ข้อต่อระหว่าง รางเดินสายแต่ละช่วงจะต้องแน่นสนิท หรือมีสายทองแดงขนาดตาม NEC เชื่อมรางเดินสายจะต้อง มีความต้านทานกระแสต่ำตลอดระยะทาง และต้องรับปริมาณกระแสไฟฟ้ากันเกิดจากการลัดวงจร ได้อย่างปลอดภัย

15.8.3 เมื่อต้องการต่อสายไฟในช่วงที่เดินในรางเดินสาย ต้องต่อสายและพันเทปปิดข้อต่อด้วยวิธีที่ ยอมรับส่วนที่ต่อสายจะต้องไม่สูงพันขอบกันของรางเดินสายขึ้นมา จุดที่ต่อสายต้องอยู่ตรงที่ ๆ เข้าถึงเพื่อการตรวจตรา หรือบำรุงรักษาได้ง่าย

15.8.4 การเดินสายในรางเดินสายที่ไม่ได้อยู่ในแนวนอน จะต้องยึดสายที่เดินไปกับพื้นรางให้มั่นคง

15.8.5 ถ้ามีสายไฟที่ใช้งานแบบวงจรต่อขนานเดินในรางเดินสายต้องจัดสาย สำหรับวงจรต่อขนานนั้นรวม เป็นชุดๆ โดยแต่ละชุดมีสายไฟแต่ละเฟสสายศูนย์ไม่เกิน 1 เส้นและสายดิน(หากมี)ครบถ้วนในแต่ ละชุดห้ามเดินเรียงเฟสเดียวกันหลายๆ ชุด

15.8.6 จำนวนสายที่จะเดินได้ในรางเดินสายแต่ละขนาด และการจัดวางสายในรางเดินสายต้องเป็นไปตาม NE Code ข้อ 318

15.9 การทดสอบ

ให้ทดสอบเพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าในทุกๆ ช่วง ตามความเห็นชอบของคณะกรรมการตรวจการจ้าง

หมวดที่ 16 การป้องกันไฟและควันลาม

16.1 ทั่วไป

การป้องกันไฟและควันลามต้องเป็นตามหัวข้อ 300-21 ของ NEC และ ASTM วัสดุอุปกรณ์สำหรับการป้องกันการลุกลามของไฟ และควันไฟ จะต้องช่วยป้องกันอันตราย หรือช่วยลดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน อันมีสาเหตุมาจากการเกิดเพลิงไหม้ และการลุกลามของไฟและควันไฟ ซึ่งอาจแพร่กระจายจากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่งโดยอาศัยช่องที่มีสายหรืออุปกรณ์ประกอบการติดตั้งสายของงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

16.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งวัสดุหรืออุปกรณ์ป้องกันการลุกลามของไฟและควัน ตามช่องเปิดของท่อร้อยสายไฟ สายไฟและบัสเวย์ ฯลฯ ซึ่งผ่านผนังห้องหรือพื้นห้อง รวมทั้งสายไฟที่วิ่งเข้าออกตู้เมนไฟฟ้า MDB

16.3 ความต้องการด้านเทคนิค

วัสดุหรืออุปกรณ์ ซึ่งใช้ป้องกันการลุกลามของไฟและควันไฟ จะต้องมีคุณสมบัติและรายละเอียดต่างๆ อย่างน้อยดังต่อไปนี้

16.3.1 ต้องเป็นอุปกรณ์หรือวัสดุที่ได้รับรองการใช้งานจากสถาบัน UL, FM

16.3.2 ต้องป้องกันและยับยั้งการลุกลามของไฟ และควันไฟ ได้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง

16.3.3 ต้องไม่เป็นพิษหรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพทั้งในขณะติดตั้งและภายหลังการติดตั้งหรือในขณะเกิดเหตุเพลิงไหม้

16.3.4 ติดตั้งง่าย และสามารถถอดออกได้ง่ายในกรณีมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข

16.3.5 ทนต่อการสั่นสะเทือนได้ดี

16.3.6 ต้องมีความแข็งแรงไม่หลุดร่อนได้ง่าย ไม่ว่าก่อนหรือหลังเกิดเพลิงไหม้

16.4 การติดตั้ง

ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งวัสดุอุปกรณ์สำหรับป้องกันการลุกลามของไฟ และควันไฟ ตามตำแหน่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

16.4.1 ช่องเปิดและช่องลอดทุกช่อง ไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนัง, พื้น, คาน, ช่องชาฟท์ไฟฟ้า, ฝ้าเพดาน

16.4.2 ช่องเปิดและช่องลอดสำหรับท่อสายไฟหรือบัสเวย์หรืออื่นๆ ที่ได้จัดเตรียมไว้สำหรับการติดตั้งงานไฟฟ้าและสื่อสารในอนาคต

16.4.3 ช่องว่างระหว่างสายหรืออุปกรณ์ประกอบการติดตั้งสายกับช่องเปิดและช่องลอด แม้เพียงช่องเล็กน้อยก็ตาม

16.4.4 ช่องว่างระหว่างสายกับอุปกรณ์ประกอบการติดตั้งสายที่วางทะลุพื้นคอนกรีต, ผนังคอนกรีตซึ่งเป็นผนังทนไฟ

หมวดที่ 17 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

17.1 ความต้องการทั่วไป

ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ต้องเป็นประเภท ADDRESSABLE SYSTEM ตามที่ระบุไว้ในแบบ และ PRESIGNAL ตามมาตรฐาน NFPA72 : ฉบับล่าสุด โดยที่วัสดุอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NFPA หรือตามข้อกำหนดของสถาบันอื่นที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ และต้องได้รับการรับรองจาก UL หรือ BS หรือ CE

17.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้และอุปกรณ์ประกอบ ตามที่แสดงในแบบ และระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

17.3 มาตรฐาน อุปกรณ์และการติดตั้ง

เป็นไปตามมาตรฐานดังนี้

17.3.1 มาตรฐานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.)

17.3.2 NFPA 72 National Fire Alarm Code

17.3.3 NFPA 70 National Electrical Code, Article 760

17.3.4 NFPA 101 Life Safety Code

17.4 รายละเอียดทางด้านเทคนิค

อุปกรณ์ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้เป็นผลิตภัณฑ์ของยุโรป, อเมริการหรือญี่ปุ่น อุปกรณ์ต่าง ๆ ประกอบด้วย

17.4.1 ตู้ควบคุมรวม (FIRE ALARM CONTROL PANEL) จะประกอบด้วย SOLID STATE CIRCUIT MODULES มีหน้าที่ที่ต่าง ๆ ตามที่กำหนดให้ ซึ่งอย่างน้อยที่สุดจะประกอบด้วย

(1) POWER AND CONTROL PANEL MODULES

(2) สามารถควบคุมได้ไม่น้อยกว่า 5 โซน หรือตามที่ระบุในแบบ

(3) BATTERY CHARGER/BATTERY/POWER SUPPLY

(4) ZONE/POWER SUPPLY

(5) ALARM/POWER SUPPLY

(6) TWO STAGE/POWER SUPPLY (PRESIGNAL)

(7) SUPPLEMENT ARY RELAY/POWER SUPPLY (CONTROL)

OPERATING POWER ของระบบเป็น 24 V.DC โดยรับไฟจากวงจรปกติ 220 V.AC 50 Hz. นอกจากนี้ใน CONTROL PANEL จะประกอบด้วย INDICATING LAMP อย่างน้อย ดังต่อไปนี้

(1) AC POWER ON

(2) ALARM

(3) TROUBLE

(4) ALARM SILENCE

(5) GROUND FAULT

และต้องประกอบด้วย SWITCH สำหรับ CONTROL อย่างน้อยดังต่อไปนี้

(1) TROUBLE SILENCE

(2) ALARM SILENCE

(3) RESET LAMP TEST

ตัวตู้ต้องเป็นแบบแขวนหรือตู้ตั้งประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต และมีความแข็งแรงไม่ผุกร่อนหรือเป็นสนิมได้ง่าย ตัวตู้และอุปกรณ์ประกอบต้องเป็นไปตาม NFPA NO.72 A, B, C และ D ซึ่งทำงานด้วยระบบไฟฟ้า 24 V.DC ในช่วง PRESIGNAL สามารถตั้งเวลา 1-5 นาที หากไม่ถูก RESET SIGNAL ต้องทำให้เกิน GENERAL ALARM ทันที

17.4.2 POWER SUPPLY

ติดตั้งที่ OPERATOR ต้องเป็นระบบที่ใช้กับ 220 V.AC 50 Hz. RECTIFIED เป็น 24 V.DC และมี STANDBY BATTERY (5 ชั่วโมง) เมื่อ POWER SUPPLY เกิด FAIL สามารถ SUPPLY ไฟจาก SEALED LEAD หรือ NI-CP BATTERY ได้ BATTERY ต้องประกอบด้วย BATTERY CHARGER ซึ่งมีขนาดเหมาะสมกับงานต่าง ๆ เช่น กรณี OVERLOAD หรือ SHORT CURCUIT ด้วย

17.4.3 อุปกรณ์ตรวจจับ (SIGNAL INITIATING DEVICE) ประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้ และเป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 72 E

(1) อุปกรณ์ตรวจจับควัน (SMOKE DETECTOR) เป็นแบบ PHOTOELECTRIC มี RESPONSE LAMP สำหรับแสดงสภาวะเมื่อ DETECTOR ทำงานพื้นที่ตรวจจับไม่น้อยกว่า 120 ตารางเมตร AMBIENT TEMPERATURE -15° TO 55°C

(2) อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (HEAT DETECTOR) เป็นชนิดผสม (RATE-OF-RISE AND FIXED TEMPERATURE) ใช้สำหรับตรวจจับความร้อนที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเกินกว่าอัตรา 10°C ต่อนาที มี RESPONSE LAMP สำหรับแสดงสภาวะเมื่อ DETECTOR ทำงาน พื้นที่ทำงานตรวจจับไม่น้อยกว่า 90 ตารางเมตร AMBIENT TEMPERATURE -15° TO 55°C

17.4.4 อุปกรณ์ส่งสัญญาณเหตุเพลิงไหม้ (AUDIBLE ALARM DEVICE)

17.4.5 เป็นระฆัง (BELL) ชนิด POLARIZED ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว ใช้กับแรงดัน 24 V.DC ระดับความดังไม่น้อยกว่า 85 dB ที่ระยะ 3 เมตร

17.4.6 MANUAL STATION

17.4.7 เป็นชนิดกลมทำด้วยโลหะปุ่มกดอยู่ใต้แผ่นอาคิลิค ไม่คม ไม่เป็นอันตรายต่อผู้กด สามารถรีเซตได้โดยไม่ต้องถอดฝา และมี key switch สำหรับ general alarm

17.4.8 ผังแจ้งสัญญาณเตือนเพลิงไหม้ (GRAPHIC ANNUNCIATOR) เป็นตู้เหล็กพร้อมแผ่นอาคิลิค (size A3:297x420 mm.) แสดงแผนผังโซนอาคาร โดยผู้รับจ้างต้องส่งแบบขออนุมัติก่อนดำเนินการจัดทำ

17.5 **การติดตั้ง**

17.5.1 การติดตั้งอุปกรณ์ทุกชิ้นในระบบสัญญาณแจ้งเพลิงไหม้ให้เป็นไปตามมาตรฐาน วสท.0001-29 (ฉบับล่าสุด) การไฟฟ้านครหลวง NFPA และ NEC

17.5.2 การติดตั้งให้รวมถึงการเดินสายไฟ และการติดตั้งอุปกรณ์ทุกชิ้นจนใช้การได้ ถูกต้องตามหลักวิชาการ หรือตามข้อเสนอแนะนำของผู้ผลิต

17.5.3 สายสัญญาณอุปกรณ์ตรวจจับ ให้ใช้สายชนิด IEC 01 ขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 SQ-mm

17.5.4 สายโทรศัพท์ ให้ใช้ชนิด TIEV ขนาด 4C – 0.65 mm.

17.5.5 สายสัญญาณสำหรับอุปกรณ์แจ้งเหตุ (Audible Alarm Devices) ใช้สายชนิด FRC-CWZ ขนาด 2.5 SQ.mm.

17.5.6 การเดินสายไฟ ร้อยท่อ EMT ให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ

17.6 **การทดสอบ**

ให้ทดสอบอุปกรณ์ของระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ตามมาตรฐานของ NFPA และตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นสมควร โดยมีผู้แทนของผู้ว่าจ้างเข้าร่วมการทดสอบด้วย

17.7 **การฝึกอบรม**

ผู้รับจ้างจะต้องทำแบบแผนผังแสดงการติดตั้งจริง พร้อมทั้งคู่มือการใช้งาน วิธีการทดสอบและการบำรุงรักษาของระบบให้แก่ผู้ว่าจ้าง

17.8 **การรับประกัน**

ผู้รับจ้างจะต้องประกันผลงานในระยะเวลา 2 ปี จากวันที่ผู้ว่าจ้างตรวจรับงานแล้ว ในระหว่างระยะเวลาประกัน หากมีการชำรุดเสียหายอันเนื่องมาจากการออกแบบหรือการติดตั้งบกพร่อง หรือจากการใช้งานเครื่องจักรอุปกรณ์ตามปกติ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบ และเร่งดำเนินการแก้ไขให้ใช้การได้ดี โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ เพิ่ม

หมวดที่ 18 ระบบคอมพิวเตอร์เครือข่าย

18.1 ขอบข่ายของงาน

ติดตั้งสายนำสัญญาณชนิดสายทองแดงตีเกลียว แบบ 4 - Pair UTP Cat.6 และอุปกรณ์ตามข้อกำหนด

18.2 มาตรฐานงานติดตั้งระบบสายสัญญาณเครือข่าย UTP CAT 6

18.2.1 สายทองแดงตีเกลียว (UTP CAT 6 CABLE) มีคุณสมบัติดังนี้

1) เป็นเป็นสายทองแดงแบบตีเกลียว UTP CATEGORY 6 ชนิด 4 คู่สาย มีตัวนำเป็นทองแดงขนาด 23 AWG เป็นสายนำสัญญาณที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน TIA/EIA 568B.2-1, ISO/IEC 11801 CLASS E, EN 50173-1, IEC 61156-5, IEC 60332-1 เป็นอย่างน้อย
2) มีเปลือก (JACKET) เป็นแบบ FR PVC (FLAME RETARDANT POLYVINYL CHLORIDE) มีคุณสมบัติของเปลือกตามมาตรฐาน UL/NEC CMR RATEDได้รับมาตรฐานความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม RoHS COMPLIANT (LEAD FREE) เพื่อความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม และผู้ติดตั้งใช้งาน , มี RIP CORD เพื่อช่วยให้ง่ายในการบอกสาย และมี FILLER เพื่อควบคุมระยะห่างระหว่างคู่สายเพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนระหว่างคู่สายได้ดีขึ้น
3) รองรับการใช้งาน GIGABIT ETHERNET, 155 Mbps ATM, TP-PMD, ISDN, BASEBAND, BROADBAND, VoIP เป็นอย่างน้อย
4) มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าดังต่อไปนี้
   - มีค่า NEXT ไม่น้อยกว่า 41dB (TYPICAL) ที่ความถี่ 250 MHz
   - มีค่า ATTENUATION ไม่เกิน 32dB (MAXIMUM) ที่ความถี่ 250 MHz
   - มีค่า PSNEXT ไม่น้อยกว่า 39dB (TYPICAL) ที่ความถี่ 250 MHz
   - มีค่า RETURN LOSS ไม่น้อยกว่า 17.3 dB (TYPICAL) ที่ความถี่ 250 MHz
   - มีค่า ACR ไม่น้อยกว่า 8.2 dB (TYPICAL) ที่ความถี่ 250 MHz
   - มีแถบความกว้างของความถี่ใช้งาน (BANDWIDTH) ไม่น้อยกว่า 250 MHz และได้รับการทดสอบจนถึงความถี่ 600 MHz เป็นอย่างน้อย
5) ผ่านข้อกำหนดตามมาตรฐานอย่างน้อยดังนี้
   - TIA/EIA 568B.2 หรือ ISO/IEC 11801 CLASS E, EN 50173-1, IEC 61156-5, IEC 60332-1 ระบบเครือข่ายสายสัญญาณที่นำเสนอ ต้องได้รับการรับประกันการใช้งาน SYSTEM WARRANTY เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 25 ปี จากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือบริษัทสาขาในประเทศไทย

18.2.2 เต้ารับสายสัญญาณตัวเมีย (RJ 45 MODULAR JACK CAT 6)

<u>มีคุณสมบัติดังนี้</u>

1) เป็น MODULAR JACK CAT 6 (CAT 6 MODULAR JACK) SLIM LINE (SL Series) ชนิดเข้าสายด้านหลังแบบ 110 Connect Block บน PRINT CIRCUIT BOARD แผงด้านหน้าเป็นแบบ RJ 45

Modular Jack มี Bend Limited Strain Relief สำหรับ Lock สายและช่วยป้องกัน การโค้งงอของสายใกล้จุด Terminate.

2) ด้านหลังของ Modular Jack มี Code สีเพื่อบอกสัญลักษณ์การเข้าสายสัญญาณทั้งแบบ T568A และ T568B และสามารถเข้าสายด้านหลังได้ทั้งแนว 180 องศา และ 90 องศา เพื่อความสะดวกในการติดตั้ง

3) 110 Connect Block สามารถรองรับการใช้งานกับสายขนาด 22-24 AWG สำหรับสายสัญญาณชนิด Solid Cable และสายขนาด 24-26 AWG สำหรับสายสัญญาณชนิด Stranded Cable โดยมีระยะห่างระหว่างคู่สายบริเวณจุด Terminate เพื่อลดสัญญาณรบกวนระหว่างคู่สาย (Cross Talk)

4) Modular Jack ต้องสามารถติดตั้งใช้งานได้ทั้งส่วน Outlet และ Patch Panel ได้โดยไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์เพิ่มเติม เพื่อความสะดวกและประสิทธิภาพที่ดีที่สุด

5) MODULAR JACK CAT 6 ต้องผ่านเงื่อนไขข้อกำหนดตามมาตรฐานอย่างน้อยดังต่อไปนี้
   - UL FILE NUMBER E81956
   - TIA/EIA 568B.2-1, ISO/IEC 11801 CLASS E.
   - EIA-364: ELECTRICAL CONNECTOR/SOCKET TEST PROCEDURES.
   - IEC 60068: BASIC ENVIRONMENTAL TESTIONG PROCEDURES.
   - IEC 60512: ELECTROMECHANICAL COMPONENTS FOR ELECTRONICS EQUIPMENT.
   - ASTM D4566-98: STANDARD TEST METHOD.
   - FCC PART 68 SUBPART F.
   - RoHS Compliant

6) วัสดุที่ใช้ผลิต
   - HOUSING ผลิตจาก POLYPHENYLENE OXIDE ที่ได้ตามมาตรฐาน UL 94V-0 RATED
   - CONTACT PIN ผลิตจาก BERYLLIUM COPPER บริเวณจุดสัมผัสกับ MODULAR PLUG CONTACT ชุบทองหนา 1.27µm, บริเวณที่ไม่ได้สัมผัสกับ MODULAR PLUG ชุบด้วย NICKEL หนา 3.81 µm
   - INSULATION DISPLACMENT CONTACT ด้านหลัง (IDC) ผลิตจาก PHOSPHOROUS BRONZE, ชุบด้วย NICKEL หนา 1.27µm และเคลือบทับด้วยโลหะผสม ดีบุกตะกั่ว หนา 3.18µm
   - STRAIN RELIEF ทำจาก POLYCARBONATE

7) ความคงทนและประสิทธิภาพ (durability):
   - Modular Jack เท่ากับ 750 Mating Cycles
   - 110ck เท่ากับ 200 termination Cycles
   - รองรับแรงดึงได้ไม่น้อยกว่า 89N
   - สามารถรองรับการใช้งานได้ที่แรงดันไฟฟ้า 150 VAC เป็นอย่างน้อย.
   - หน้าสัมผัส PIN CONTACT มีความต้านทานไม่เกิน 20 mΩ.
   - ฉนวนมีความต้านทานไม่น้อยกว่า 500 MΩ

- ผ่านการทดสอบการรับแรงสั่นสะเทือนตามมาตรฐาน IEC 60512-6-4.

8) มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าดังต่อไปนี้
   - มีค่า INSERTION LOSS ไม่เกิน 0.06 dB ที่ความถี่ 100 MHz, และ 0.1 dB ที่ความถี่ 250 MHz.
   - มีค่า RETURN LOSS ไม่น้อยกว่า 33.2 dB ที่ความถี่ 100 MHz และ 17.4 dB ที่ความถี่ 250 MHz.
   - มีค่า NEXT ไม่น้อยกว่า 57.7 dB ที่ความถี่ 100 MHz และ 47.9 dB ที่ความถี่ 250 MHz.
   - มีค่า FEXT ไม่น้อยกว่า 48.7 dB ที่ความถี่ 100 MHz และ 40.1 dB ที่ความถี่ 250 MHz.

9) อุปกรณ์ที่เสนอต้องได้รับการรับประกันการใช้งาน SYSTEM WARRANTY เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 25 ปี จากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือบริษัทสาขาในประเทศไทย เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้า และผลิตจากผู้ผลิตรายเดียวกัน กับสายทองแดงแบบตีเกลียว CAT 6

18.2.3 รางที่ใช้เดินตามพื้นต้องใช้ชนิด อลูมิเนียมสำหรับวางพื้นหรือตามแบบกำหนด

1) ราง Wire Way ที่ผ่านมาตรฐานISO9002หรือตามแบบกำหนด
2) จากข้อ 1) ต้องเดินรางเข้ามุมฉากให้สนิท
3) การเดินสาย UTP เข้าหัวต่อ RJ-45 จะต้องเรียงลำดับสายตามมาตรฐาน EIA/TIA-568B ต้องใส่ Color Formula Boot และ Cable Maker สำหรับแสดงแฉกสีและตำแหน่งสายในการแยกแยะการติดตั้งของจุดเชื่อมต่อระบบเครือข่ายทุกจุด
4) ต้องทดสอบค่าสูญเสียและการลดทอนของสัญญาณพร้อมทั้งส่งเป็นเอกสาร
5) ต้องเขียนแบบการติดตั้งทั้งหมดด้วยระยะจริงพร้อมแผ่น CD-ROM
6) ต้องมี Patch Panel และ Wire Management Cable ทุกตู้

18.3 มาตรฐานงานสายสัญญาณเครือข่าย ชนิด Fiber Optics

18.3.1 คุณสมบัติทางด้านเทคนิค สายใยแก้วนำแสงชนิด MULTIMODE ติดตั้งภายนอกอาคาร
<u>มีคุณสมบัติดังนี้</u>

1) เป็นสาย FIBER OPTIC ชนิดติดตั้งภายนอกอาคาร เป็นแบบ MULTIMODE โดยโครงสร้างของสาย FIBER OPTIC เป็นแบบ LOOSE TUBE ที่มีส่วนประกอบของ GEL เพื่อป้องกันน้ำ (WATER BLOCKING GEL)
2) มีจำนวนแกน FIBER ไม่น้อยกว่า [6,12] แกนต่อหนึ่งเส้นหรือตามแบบกำหนด ติดตั้งจากจุดกระจายสายไปยังปลายทางโดยไม่มีจุดเชื่อมต่อระหว่างทาง
3) มีโครงสร้างของสายแบบ ARMORED โดยมี ARMORED ชั้นที่หนึ่งเป็นลวดโลหะจำนวน 14 เส้นตามแนวความยาวของสาย และ ARMORED ชั้นที่สองเป็นแถบโลหะ (CORRUGATED ARMORED) เพื่อเพิ่มความแข็งแรง สำหรับการติดตั้งภายนอกอาคาร และป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับสาย ขณะติดตั้งและใช้งาน
4) มี JACKET เป็น POLYETHYLENE ชนิด MDPE (ความหนาแน่นปานกลาง) เพื่อความสะดวกในการติดตั้งใช้งาน และมีสีดำเพื่อทนทานต่อแสงแดดและรังสี UV

5) สามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิระหว่าง -40 ถึง +75 องศาเซลเซียส สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิระหว่าง -40 ถึง + 70 องศาเซลเซียสเป็นอย่างน้อย

6) มีค่า TENSILE LOAD ขณะติดตั้งไม่น้อยกว่า 2700N และมีรัศมีโค้งงอของสาย (BEND RADIUS) ของสายเท่ากับ 20 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (OUTSIDE DIAMETER) ในขณะติดตั้ง

7) มีการออกแบบและทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน TELCORDIA (BELLCORE) GR-20-CORE, ISO/IEC 11801, IEEE 802.3 และ TIA/EIA 568B, IEEE 802.3

8) มีคุณสมบัติการลดทอนสัญญาณ (ATTENUATION) ที่ความยาวคลื่น 1310 nm ไม่เกิน 0.5 dB/ km, และที่ความยาวคลื่น 1550nm ไม่เกิน 0.4 db/ km

9) สาย Fiber Optic ที่นำเสนอต้องผ่านมาตรฐานด้านความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม RoHS Compliant

10) อุปกรณ์ที่นำเสนอ ต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีเครื่องหมายการค้า และผู้ผลิตรายเดียวกันกับระบบสายทองแดงตีเกลียว UTP CABLE ที่นำเสนอ

11) ระบบเครือข่ายสายสัญญาณที่นำเสนอ ต้องได้รับการรับประกันการใช้งาน SYSTEM WARRANTY เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 25 ปี จากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือบริษัทสาขาในประเทศไทย

18.3.2 คุณสมบัติทางด้านเทคนิคสายใยแก้วนำแสงชนิด MULTIMODE ติดตั้งภายในอาคาร
<u>มีคุณสมบัติดังนี้</u>

1) เป็นสาย Fiber Optic ชนิดติดตั้งภายในอาคาร (Indoor Type) ชนิด Multimode (OM3) ที่มีจำนวนแกน Fiber [6, 12] แกนต่อเส้น หรือตามแบบกำหนดมีขนาดแกน Fiber [50/125um, 62.5/125um]

2) มี Bandwidth ของสาย ที่ความยาวคลื่น 850nm / 1300nm ไม่น้อยกว่า [200/600 MHzKm สำหรับสายชนิด 62.5/125um, และ 1500/500 MHzKm สำหรับสายชนิด 50/125um]

3) ใยแก้วนำแสงแต่ละเส้นจะต้องห่อหุ้มด้วย Buffer ที่มีสีตามมาตรฐาน EIA 359-A และมีโครงสร้างแบบ Tight Buffer มี Aramid Yarn เพื่อความแข็งแรงในการติดตั้ง

4) มี Jacket เป็นแบบ Raiser Rate, UL/CSA OFNR Cable.

5) มีอัตราการลดทอนสัญญาณ Attenuation ที่ความยาวคลื่น 850/1300nm [ไม่เกิน 3.5/1.0 dB /Km สำหรับสายชนิด 62.5/125um และไม่เกิน 2.7/0.8 dB/Km สำหรับสายชนิด 50/125um]

6) สามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิระหว่าง -40 ถึง +85 องศาเซลเซียส และ สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิระหว่าง -20 ถึง +70 องศาเซลเซียส

7) มีค่า Tensile load ขณะ ติดตั้งไม่น้อยกว่า 1514 N และมีรัศมีการโค้งงอของสาย (Bending Radius) ไม่เกินกว่า 10.6 cm

8) มีการออกแบบ และทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 793-/794-1 (Bellcore) GR-409-CORE, ISO/IEC 11801, IEEE 802.3 และ TIA/EIA 586B

9) สาย Fiber Optic ที่นำเสนอต้องผ่านมาตรฐานด้านความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม RoHS Compliant

10) อุปกรณ์ที่นำเสนอ ต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีเครื่องหมายการค้า และผู้ผลิตรายเดียวกันกับระบบสายทองแดงตีเกลียว UTP CABLE ที่นำเสนอ

11) ระบบเครือข่ายสายสัญญาณที่นำเสนอ ต้องได้รับการรับประกันการใช้งาน SYSTEM WARRANTY เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 25 ปี จากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือบริษัทสาขาในประเทศไทย

12) ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการจัดเก็บปลายสายและอุปกรณ์ให้เรียบร้อยตามมาตรฐาน และคุณลักษณะของสาย โดยให้จัดเก็บภายใน Fiber Optic Shelf ซึ่งติดตั้งอย่างเป็นระเบียบภายใน Rack Cabinet

18.3.3 หัวเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงชนิด MULTIMODE (MULTIMODE CONNECTOR)

<u>มีคุณสมบัติดังนี้</u>

1) เป็นหัวต่อสายสายใยแก้วนำแสงชนิด [ST, SC, LC] โดยมีการเข้าหัวแบบ Epoxy
2) วัสดุที่ใช้ผลิต Ferrules เป็นชนิด Ceramics
3) สามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิ [-40 ถึง +85 องศาเซลเซียส สำหรับ ST,SC Connector และ -40 ถึง +75 องศาเซลเซียส สำหรับ LC Connector]
4) มีความคงทน (Durability) 500 Cycles
5) มีค่า Attenuation [0.3dB สำหรับ ST Connector, 0.2dB สำหรับ SC,LC Connector]
6) มีค่า Return Loss 20 dB เป็นอย่างน้อย
7) Connector สามารถรองรับแรงดึงของ Cable ได้ไม่น้อยกว่า [177N สำหรับ ST Connector, 111N สำหรับ SC Connector และ 50N สำหรับ LC Connector]
8) Connector ที่เสนอจะต้องผ่านเงื่อนไขข้อกำหนด หรือการทดสอบของมาตรฐาน TIA/EIA 604, EIA-455, TIA/EIA 568B.3 และ RoHS Compliant เป็นอย่างน้อย
9) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตภายใต้เครื่องหมายการค้าและผู้ผลิตเดียวกับสายใยแก้วนำแสงชนิดติดตั้ง [ภายนอกอาคาร / ภายในอาคาร]
10) อุปกรณ์ที่เสนอต้องได้รับการรับประกันการใช้งาน SYSTEM WARRANTY เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 25 ปี จากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือบริษัทสาขาในประเทศไทย
11) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้า และผลิตจากผู้ผลิตรายเดียวกัน กับสายทองแดงแบบตีเกลียว UTP Cable

18.3.4 หัวเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงชนิด SNAP-IN ADAPTER PLATE

<u>มีคุณสมบัติดังนี้</u>

1) เป็นหัวต่อสายสายใยแก้วนำแสงชนิด Snap-In Adapter Plate สามารถติดตั้งใช้งานได้ดีกับแผงพักสาย Fiber Optic
2) มีจำนวนหัวต่อแบบ [SC, ST, LC Multimode Connector] ขนาด 6 หรือ 12 หัวต่อ ต่อหนึ่ง Adapter Plate
3) วัสดุที่ใช้ผลิต Alignment Sleeve เป็นชนิด Ceramics และ Coupler Shell ทำจาก Thermoplastic
4) วัสดุที่ใช้ผลิต Coupler Plate ทำจาก Aluminum, Black Anodized
5) มี Dust Covers ผลิตจาก Thermoplastic Elastomer เพื่อป้องกันฝุ่นละอองในขณะที่ไม่ใช้งาน

6) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตภายใต้เครื่องหมายการค้าและผู้ผลิตเดียวกับสายใยแก้วนำแสงชนิดติดตั้งภายนอกอาคาร

7) อุปกรณ์ที่เสนอต้องได้รับการรับประกันการใช้งาน SYSTEM WARRANTY เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 25 ปี จากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือบริษัทสาขาในประเทศไทย

18.3.5 สายเชื่อมต่อ ใยแก้วนำแสง FIBER OPTIC PATCH CORD

มีคุณสมบัติดังนี้

1) เป็นสายเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงที่มีหัวต่อที่สามารถเชื่อมต่อใช้งานได้ดีกับ FIBER OPTIC PATCH PANEL ที่นำเสนอ และเป็นสายสำเร็จรูปที่ผลิตโดยบริษัทผู้ผลิตรายเดียวกันกับสาย Fiber Optic

2) ประกอบด้วย Multimode Fiber Optic Connector ที่ปลายทั้งสองด้านของสาย และ Ferrules ของ Connector ต้องเป็นวัสดุที่ผลิตจาก Ceramics และมีเปลือกเป็นแบบ OFNR, ตามมาตรฐาน UL,CSA และ RoHS Compliant.

3) เป็นสายเชื่อมต่อที่มีหัวต่อ ST,SC หรือ LC ที่ปลายทั้งสองด้านหรือเป็น Connector ต่างชนิดกันที่ปลายทั้งสองด้าน ตามความเหมาะสมใช้งานกับ Fiber Patch Panel

4) มีค่า Return Loss ไม่น้อยกว่า 20 dB

5) มีความยาวของสายอย่างน้อย 3 เมตร

6) อุปกรณ์ที่เสนอต้องได้รับการรับประกันการใช้งาน SYSTEM WARRANTY เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 25 ปี จากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือบริษัทสาขาในประเทศไทย

7) วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเดินท่อหรือรางร้อยสายนอกอาคารจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ TOT

8) ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการจัดเก็บปลายสายและอุปกรณ์ให้เรียบร้อยตามมาตรฐาน และคุณลักษณะของสาย โดยให้จัดเก็บภายใน Fiber Optic Shelf ซึ่งติดตั้งอย่างเป็นระเบียบภายใน Rack Cabinet

18.4 มาตรฐานงานตู้ Rack และ อุปกรณ์

18.4.1 ตู้ Rackตั้งพื้น และ อุปกรณ์

1) ผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่น Electro Galvanized Sheet Steel ความหนา 1.6 มม. ป้องกันสนิมได้ 100%

2) โรงงานผลิตได้รับรองมาตรฐาน ISO 9001/2000 และ ISO1401 โดยออกแบบและผลิตตรงตามมาตรฐาน ANSI/EIA 310D-1992 (Rev.EIA-310-C), IEC 60297-1, IEC 60297-2, BS 5954: Part 2, DIN 41494 ซึ่งเป็นมาตรฐานสากล ที่ใช้ในอเมริกาและยุโรป

3) ออกแบบทุกชิ้นส่วนเป็นระบบ Modular Knock Down เพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้าย

4) โครงตู้ และเสาแนวตั้งสำหรับยึดอุปกรณ์ทำจากแผ่นเหล็ก Electro Galvanized Steel มีความหนา 2 มม. เพื่อความแข็งแรง และสามารถปรับเข้า - ออกได้ตามต้องการ

5) เสาแนวตั้งสำหรับยึดอุปกรณ์ เป็นเสาชุบรุ้ง (Multicolored Coating) ทั้ง 4 ด้าน เสาเจาะรูสี่เหลี่ยมไว้สำหรับยึดอุปกรณ์ ชุดน็อตและสกรู

6) ประตูหน้า Front Door เป็นโครงเหล็ก และฝังแผ่น Acrylic สีชา หนา 5 มม. ส่วนขอบของประตู มีวัสดุหรือขอบยางกันฝุ่นทั้ง 4 ด้าน มีโครงเหล็กยึดฝาประตูกันพริ้ว มีกุญแจล็อค

7) ประตูหลัง Rear Door เป็นประตูเหล็ก มีช่องระบายอากาศด้านล่าง เจาะรูตามแนวตั้ง พร้อมแผ่นกรองฝุ่น สามารถถอดทำ ความสะอาดได้ ด้านในมีโครงเหล็กยึดฝาหลังกันประตูพริ้ว มีกุญแจล็อค

8) บานพับประตูเป็น PVC ชนิดเหนียวพิเศษอย่างดี มีความแข็งแรงคงทน ไม่ก่อให้เกิดสนิม และไม่มีเสียงรบกวนขณะเปิด-ปิดตู้

9) ประตูด้านข้าง Side Panels เป็นเหล็ก มีช่องระบายอากาศด้านล่างทั้ง 2 ด้าน เจาะรูตามแนวตั้ง พร้อมแผ่นกรองฝุ่น สามารถถอดทำความสะอาดได้ขนานไปกับประตูหลัง สามารถถอดประกอบได้เช่นกัน มีกุญแจล็อคเพื่อความปลอดภัยทุกด้าน

10) เพดานตู้เสริมช่องพร้อมแผ่นปิดกันฝุ่นที่สามารถถอดออก เพื่อติดตั้งพัดลมระบายอากาศได้ ตั้งแต่ 1-6 ตัว

11) ฐานตู้ด้านล่างมีความแข็งแรง และสามารถรับน้ำหนักได้เป็นอย่างดี มีช่องร้อยสายไฟที่สามารถปรับขนาดของช่องให้เหมาะสมกับจำนวนสายสัญญาณ พร้อมฟองน้ำกันฝุ่น

12) ขาตั้งทำจากเหล็กที่มีความแข็งแรง ยึดติดกับชุดล้อ สามารถปรับขึ้น-ลงได้ โดยฐานของขาตั้งทั้ง 4 ขา พร้อมแผ่นรองรับน้ำหนักของตู้ ได้เป็นอย่างดี

13) ลูกล้อทำจากเหล็กเจียให้มีความกลม เป็นแบบแผ่นหมุน 360 องศา สะดวกต่อการเคลื่อนย้ายไม่แตกหัก ไม่ทำความเสียหายบนเนื้อไม้ พื้นหิน กระเบื้อง และสามารถเคลื่อนย้ายได้ โดยไม่เป็นรอยขีดข่วน

14) สีของตู้ เป็นสี 2 โทน ขาว - ดำ ผิวทรายใช้กระบวนการพ่นสีและอบสีชนิด Powder Coatings ด้วยระบบ Electro-Static เพื่อความเนียนเรียบ และการยึดเกาะของสีคงทน

15) ชุดน็อตสกรูประกอบด้วยสกรู M6 Screw พร้อมแป้นยึดตัวเมีย มีให้พร้อมครบชุดตามขนาดของตู้

16) ทุกรุ่นของ Rack สมบูรณ์แบบด้วยระบบ Grounding ป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจร และกระแสไฟฟ้าช็อตเนื่องจาก ฟ้าผ่า โดยเชื่อมต่อสายดินกับเสาชุบรุ้งทั้ง 4 ด้าน เพื่อนำกระแสไฟฟ้าลงดินได้อย่างสมบูรณ์

U	Dimension (wxdxh)
15 U	600 x 400 x 850 mm.
	600 x 800 x 850 mm.
27 U	600 x 600 x 1390 mm.
	600 x 800 x 1390 mm.
	600 x 900 x 1390 mm.
36 U	600 x 600 x 1790 mm.
	600 x 800 x 1790 mm.
39 U	600 x 600 x 1850 mm.
	600 x 800 x 1850 mm.
42 U	600 x 600 x 2050 mm.
	600 x 800 x 2050 mm.

U	Dimension (wxdxh)
	600 x 900 x 2050 mm.
	600 x 1000 x 2050 mm.
	600 x 1100 x 2050 mm.
	800 x 800 x 2050 mm.
	800 x 1000 x 2050 mm.
45 U	600 x 600 x 2185 mm.
	600 x 800 x 2185 mm.
	800 x 800 x 2185 mm.
	800 x 1000 x 2185 mm.

18.4.2 19" Premises Wall Mount Rack Specification

1) ผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่น Electro Galvanized Sheet Steel ความหนา 1.6 มม. และป้องกันสนิมได้100%
2) โรงงานผลิตได้รับรองมาตรฐาน ISO 9001/2000 และ ISO1401 โดยออกแบบและผลิตตามมาตรฐาน ANSI/EIA 310D-1992 (Rev.EIA-310-C), IEC 60297-1, IEC 60297-2, BS 5954 Part 2, DIN 41494
3) โครงตู้ และเสาแนวตั้งสำหรับยึดอุปกรณ์ทำจากแผ่นเหล็ก Electro Galvanized Steel มีความหนา 2 มม. เพื่อความแข็งแรง และสามารถปรับเข้า-ออกได้ตลอดแนวตามต้องการ
4) เสาแนวตั้งสำหรับยึดอุปกรณ์ทั้ง 4 ด้านเป็นเสาชุบรุ้ง ขอบเสาจะเจาะรูสี่เหลี่ยมไว้ยึดอุปกรณ์
5) ประตูหน้า Front Door เป็นโครงเหล็ก และฝังแผ่น Acrylic สีชาหนา 5 มม. ส่วนขอบของประตู มีวัสดุหรือขอบยางกันน้ำทั้ง 4 ด้าน มีโครงเหล็กยึดฝาประตูกันพริ้ว พร้อมกุญแจล็อค
6) ตู้ส่วนกลาง Center Panel มีระบบความปลอดภัยโดยการสามารถล็อคได้ โดยใช้กุญแจชุดเดียวกับประตูหน้า พร้อมช่องระบายอากาศ
7) บานพับประตู Hinges เป็น PVC ชนิดเหนียวพิเศษ มีความแข็งแรง ไม่ก่อให้เกิดสนิม และไม่มีเสียงรบกวนขณะเปิด-ปิดตู้
8) เพดานตู้เสริมช่องติดอุปกรณ์เสริม สามารถติดตั้งพัดลมระบายอากาศได้ 1-2 ตัว รางไฟขนาด 6 ช่อง และ Fix Shelve ขนาด 30 cm
9) ด้านบนและด้านล่าง มีช่องสำหรับเปิดร้อยสายไฟและสายสัญญาณ และมีช่องระบายอากาศด้านข้างทั้ง 2 ด้าน
10) สีของตู้ เป็นสี 2 โทน ขาว-ดำ ผิวทรายใช้กระบวนการพ่นสีและอบสีชนิด Powder Coatings ด้วยระบบ Electro-Static เพื่อความเนียนเรียบและการยึดเกาะของสีคงทน
11) ชุดน็อตสกรูประกอบด้วยสกรู M6 Screw พร้อมแป้นยึดตัวเมีย มีให้พร้อมกับตู้ ตามขนาดของตู้
12) ทุกรุ่นของ Wall Rack สมบูรณ์แบบด้วยระบบ Grounding ป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรและกระแสไฟฟ้าช็อตเนื่องจากฟ้าฝ่า โดยมีสายดินเชื่อมต่อกับเสาชุบรุ้งทั้ง 4 ด้านเพื่อนำกระแสไฟฟ้าลงดิน ได้อย่างสมบูรณ์

U	Dimension (wxdxh)
6 U	600 x 400 x 350 mm.
	600 x 500 x 350 mm.
	600 x 600 x 350 mm.
9 U	600 x 400 x 485 mm.
	600 x 500 x 485 mm.
	600 x 600 x 485 mm.
12 U	600 x 400 x 620 mm.
	600 x 500 x 620 mm.
	600 x 600 x 620 mm.

18.4.3 19" Premises Rack Accessories

AC Power Distribution

- ผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่น Electro Galvanized พ่นและอบด้วย สีดำเข้มสวยงาม
- มีกำลังไฟขนาด 15 แอมป์ 220 โวลล์, 50 เฮิร์ซ
- Standard surge current 10KA, Champing voltage 775 V.
- พร้อมอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากและตัดไฟเมื่อมีการใช้ไฟเกิน (Circuit Breaker)
- มีหลอดไฟแสดงสถานะการใช้งาน ON/OFF
- ปลั๊กไฟแบบยูนิเวอร์แซล (Universal) มี 3 ขา พร้อม ระบบ Grounding
- สายไฟขนาด 2.5 mm2 (14AWG) ยาว 3 ม. และ สามารถถอดจากตัวรางได้
- สายไฟ: Standard UL E150631, ปลั๊กไฟ: ULE147650
- เป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกันกับตู้แร็ค

Description
AC Power Distribution w/circuit breaker 6 outlets (รางปลั๊กไฟ 6 ช่อง)
AC Power Distribution w/circuit breaker 12 outlets (รางปลั๊กไฟ 12 ช่อง)
AC Power Distribution w/circuit breaker 20 outlets (รางปลั๊กไฟ 20 ช่อง)

Ventilating Fan

- พัดลมเป็นแบบ Heavy Duty สามารถใช้งานได้แบบต่อเนื่อง 24 ชม. ต่อเนื่อง
- ความเร็วใบพัด 2550 รอบต่อนาที, การไหลเวียนของอากาศ 2.3 m3/min.
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4" ตัวโครงทำจากอลูมิเนียมและแผ่นปิดเป็นโครเมี่ยม
- มีสายต่อไฟฟ้า AC 220/240 โวลล์ 50/60 HZ or 48 VDC
- สำหรับติดตั้งบนตู้แร็ค หรือด้านล่าง โดยติดตั้งได้สูงสุดถึง 6 ตัว

- ผ่านมาตรฐานความปลอดภัย UL/CSA Approvals

Description
Ventilating Fan Size 4" (พัดลมระบายอากาศ 1 ตัว สำหรับ Wall Mount)
Ventilating Fan Size 4" (พัดลมระบายอากาศ 1 ตัว พร้อมตะแกรง)
Ventilating Fan Size 2x4" (พัดลมระบายอากาศ 2 ตัว พร้อมตะแกรง)
Ventilating Fan Size 3x4" (พัดลมระบายอากาศ 3 ตัว พร้อมตะแกรง)

Fix Equipment Shelf

- ผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่น Electro Galvanized Sheet Steel ความหนา 1.5 มม.
- ป้องกันสนิมได้ 100%
- เป็นถาดขนาด 1 U ยึดติดกับเสา 19" ด้วยการยึดน็อต 2 ด้านหรือ 4 ด้าน
- ถาดแบบยึดน็อต 2 ด้านสามารถรับน้ำหนักได้ถึง 50 กก. และ 100 กก.สำหรับถาดยึดน็อต 4 ด้าน
- มีความลึกให้เลือกหลายขนาดขึ้นอยู่กับขนาดของตู้แร็คที่เลือกใช้

Description
Fix Equipment Shelf (ถาดวางอุปกรณ์ชนิดยึดสกรู สำหรับ Open Rack)
Fix Equipment Shelf 30 cm. (ถาดวางอุปกรณ์ สำหรับ Wall Mount Rack)
Fix Equipment Shelf 45 cm. (ถาดวางอุปกรณ์ชนิดยึดสกรู สำหรับตู้ลึก 600mm.)
Fix Equipment Shelf 60 cm. (ถาดวางอุปกรณ์ชนิดยึดสกรู สำหรับตู้ลึก 800mm.)
Fix Equipment Shelf 80 cm. (ถาดวางอุปกรณ์ชนิดยึดสกรู สำหรับตู้ลึก 1000mm.)
Fix Equipment Shelf 95 cm. (ถาดวางอุปกรณ์ชนิดยึดสกรู สำหรับตู้ลึก 1100mm.)

Slide Equipment Shelf

- ผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่น Electro Galvanized Sheet Steel ความหนา 1.5 มม. ป้องกันสนิมได้ 100%
- เป็นถาดสไลด์ขนาด 1U รางเลื่อนยึดติดกับเสา 19" ด้วยการยึดน็อต 4 ด้าน รับน้ำหนักได้ถึง 80 กก.
- ถาดรางเลื่อนสามารถปรับตำแหน่งการยึดได้ตลอดความยาวของรางเลื่อน
- มีหลายขนาดให้เลือกขึ้นอยู่กับขนาด (ความลึก) ของตู้แร็คที่เลือกใช้

Description
Slide Equipment Shelf (ถาดวางอุปกรณ์พร้อมรางเลื่อน สำหรับ Open Rack)
Slide Equipment Shelf 45 cm. (ถาดวางอุปกรณ์พร้อมรางเลื่อน สำหรับตู้ลึก 600mm.)

Slide Equipment Shelf 60 cm. (ถาดวางอุปกรณ์พร้อมรางเลื่อน สำหรับตู้ลึก 800mm.)
Slide Equipment Shelf 80 cm. (ถาดวางอุปกรณ์พร้อมรางเลื่อน สำหรับตู้ลึก 1000mm.)
Slide Equipment Shelf 95 cm. (ถาดวางอุปกรณ์ชนิดยึดสกรู สำหรับตู้ลึก 1100mm.)

Horizontal Cable Management

- แผงสำหรับจัดเก็บและจัดระเบียบสายสัญญาณในแนวนอน
- ผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่น Electro Galvanized Sheet Steel พ่นสีดำเนื้อทราย
- ขนาด 1 U สำหรับใช้งานร่วมกับแผงกระจายสายสัญญาณ
- มีฝาด้านหน้าสามารถถอดเข้า – ออกได้

Description
Horizontal Cable Management Panel with Cover (1U)

Vertical Ring

- ห่วงสำหรับจัดเก็บและจัดระเบียบสายสัญญาณในแนวตั้ง
- ผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่น Electro Galvanized Sheet Steel พ่นสีดำเนื้อทราย
- เหมาะสำหรับการจัดการสายด้านข้างตู้ โดยติดตั้งบริเวณเสาแร็ค

Description
Vertical Ring (ห่วงจัดสายแนวตั้ง)

Cage & Nut M6

- ชุดน็อตสกรูครบชุดสำหรับยึดอุปกรณ์กับตู้แร็ค
- ประกอบด้วย สกรู (Screw) และแป้นยึดตัวเมีย (Capetive Nut)
- ตัวสกรูและแป้นยึดตัวเมีย ชุบด้วยนิเกิล (Nickel) ป้องกันสนิม เกลียวเป็นแบบมาตรฐาน M6

Description
Cage & Nut M6 (สกรูพร้อมแหวนรอง และน็อตตัวเมียขนาด M6)

Blank Panel

- แผ่นปิดช่องว่างหน้าตู้ เพื่อป้องกันฝุ่นและทำให้ตู้เป็นระเบียบ สวยงาม
- ผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่น Electro Galvanized Sheet Steel พ่นสีขาวเนื้อทราย
- มีหลายขนาดให้เลือกใช้งาน ตามความเหมาะสมของพื้นที่ว่าง

Description
Blank Panel Size 1U (แผ่นปิดหน้าตู้ขนาด 1.75")

Blank Panel Size 2U (แผ่นปิดหน้าตู้ขนาด 3")
Blank Panel Size 3U (แผ่นปิดหน้าตู้ขนาด 5.25")
Blank Panel Size 4U (แผ่นปิดหน้าตู้ขนาด 7")
Blank Panel Size 5U (แผ่นปิดหน้าตู้ขนาด 8.75")

18.5 **อุปกรณ์กระจายสายสัญญาณ** (CAT 6 PATCH PANEL)

<u>มีคุณสมบัติดังนี้</u>

18.5.1 เป็นอุปกรณ์กระจายสายสัญญาณ CAT 6 (CAT 6 PATCH PANEL) ชนิดเข้าสายด้านหลังแบบ 110 CONNECT BLOCK แผงด้านหน้าเป็นแบบ RJ 45 MODULAR JACK มี BEND LIMITED STRAIN RELIEF สำหรับ LOCK สายและช่วยป้องกันการโค้งงอของสายใกล้จุด TERMINATE, มีจำนวน PORT ใช้งาน 24 PORTS หรือ 48 PORT.

18.5.2 อุปกรณ์กระจายสายสัญญาณ ประกอบไปด้วยชุดของ MODULE จำนวน 4 MODULE, แต่ละ MODULE ประกอบด้วย MODULAR JACK SL SERIES CAT 6 จำนวน 6 ตัว โดยสามารถถอดประกอบเข้ากับชุดของ MODULE ได้ทีละ 1 ตัว และเป็น MODULAR JACK SL SERIES ที่สามารถใช้งานสำหรับ OUTLET ได้

18.5.3 ด้านหลังของอุปกรณ์กระจายสายสัญญาณมี CODE สีเพื่อบอกสัญลักษณ์การเข้าสายสัญญาณทั้งแบบ T568A และ T568B

18.5.4 110 CONNECT BLOCK ด้านหลังสามารถรองรับการใช้งานสายขนาด 22-24 AWG สำหรับสายสัญญาณชนิด SOLIDE CABLE และสายขนาด 24-26 AWG สำหรับสายสัญญาณชนิด STANDED CABLE โดยมีระยะห่างระหว่างคู่สายบริเวณจุด TERMINATE เพื่อลดสัญญาณรบกวนระหว่างคู่สาย (CROSS TALK)

18.5.5 MODULAR JACK CAT 6 ที่ติดตั้งใช้งานกับ PATCH PANEL ต้องผ่านเงื่อนไขข้อกำหนดตามมาตรฐานอย่างน้อยดังต่อไปนี้

1) UL FILE NUMBER E81956
2) TIA/EIA 568B.2-1, ISO/IEC 11801 CLASS E.
3) EIA-364: ELECTRICAL CONNECTOR/SOCKET TEST PROCEDURES.
4) IEC 60068: BASIC ENVIRONMENTAL TESTIONG PROCEDURES.
5) IEC 60512: ELECTROMECHANICAL COMPONENTS FOR ELECTRONICS EQUIPMENT.
6) ASTM D4566-98: STANDARD TEST METHOD.
7) FCC PART 68 SUBPART F..

18.5.6 วัสดุที่ใช้ผลิต

1) HOUSING MODULAR JACK ผลิตจาก POLYPHENYLENE OXIDE ที่ได้ตามมาตราฐาน UL 94V-0 RATED
2) CONTACT PIN ผลิตจาก BERYLLIUM COPPER บริเวณจุดสัมผัสกับ MODULAR PLUG CONTACT ชุบทองหนา 1.27µm , บริเวณที่ไม่ได้สัมผัสกับ MODULAR PLUG ชุบด้วย NICKEL หนา 3.81 µm

3) INSULATION DISPLACMENT CONTACT ด้านหลัง (IDC) ผลิตจาก PHOSPHOROUS BRONZE, ชุบด้วย NICKEL หนา 1.27µm และเคลือบทับด้วยโลหะผสม ดีบุกตะกั่ว หนา 3.18µm

4) STRAIN RELIEF ทำจาก POLYCARBONATE

5) PATCH PANEL FRAME ผลิตจากโลหะสีดำ POWDER-COATED

18.5.7 ความคงทนและประสิทธิภาพ (durability):

1) Modular Jack เท่ากับ 750 Mating Cycles

2) 110ck เท่ากับ 200 termination Cycles

3) รองรับแรงดึงได้ไม่น้อยกว่า 89N

4) สามารถรองรับการใช้งานได้ที่แรงดันไฟฟ้า 150 VAC เป็นอย่างน้อย.

5) หน้าสัมผัส PIN CONTACT มีความต้านทานไม่เกิน 20 mΩ.

6) ฉนวนมีความต้านทานไม่น้อยกว่า 500 MΩ

7) ผ่านการทดสอบการรับแรงสั่นสะเทือนตามมาตรฐาน IEC 60512-6-4.

18.5.8 มีคุณสมบัติทางไฟฟ้า

ดังต่อไปนี้

1) มีค่า INSERTION LOSS ไม่เกิน 0.06 dB ที่ความถี่ 100 MHz, และ 0.1 dB ที่ความถี่ 250 MHz.

2) มีค่า RETURN LOSS ไม่น้อยกว่า 33.2 dB ที่ความถี่ 100 MHz และ 17.4 dB ที่ความถี่ 250 MHz.

3) มีค่า NEXT ไม่น้อยกว่า 57.7 dB ที่ความถี่ 100 MHz และ 47.9 dB ที่ความถี่ 250 MHz.

4) มีค่า FEXT ไม่น้อยกว่า 48.7 dB ที่ความถี่ 100 MHz และ 40.1 dB ที่ความถี่ 250 MHz.

5) อุปกรณ์ที่เสนอต้องได้รับการรับประกันการใช้งาน SYSTEM WARRANTY เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 25 ปี จากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือบริษัทสาขาในประเทศไทย

6) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้า และผลิตจากผู้ผลิตรายเดียวกัน กับสายทองแดงแบบตีเกลียว CAT 6

18.5.9 คุณสมบัติทางด้านเทคนิค แผงกระจายสาย FIBER OPTIC PATCH PANEL

มีคุณสมบัติดังนี้

1) สามารถติดตั้งภายในตู้ Rack ขนาด 19 นิ้ว 1 U ได้ มีลักษณะ Drawer Style สามารถเลื่อนเข้าออกเพื่อความสะดวกในการติดตั้งสาย Fiber Optic

2) สามารถรองรับหัวต่อ Fiber (Connecter) ชนิด ST หรือ SC ได้ไม่น้อยกว่า 36 หัวต่อ และ LC ได้ไม่น้อยกว่า 72 หัวต่อ

3) Enclosure ผลิตจากโลหะ มีความหนา 18 gauge (1 mm), Mounting Bracket ผลิตจากโลหะ มีความหนา 14 gauge (1.6 mm)

4) มี Cable Clamp Bracket Kit และ Cable Management Spider สำหรับช่วยจัดเก็บสาย Fiber

5) สามารถรองรับแผงหัวต่อ Fiber (Adapter Plate) ชนิดถอดเปลี่ยนได้ (Snap-in) ST,SC,LC Snap-In Adapter Plate หรือ MPOจำนวน 3 ชุด

6) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตภายใต้เครื่องหมายการค้าและผู้ผลิตเดียวกับสายใยแก้วนำแสงชนิด [ติดตั้งภายนอกอาคาร, ภายในอาคาร]

7) อุปกรณ์ที่เสนอต้องได้รับการรับประกันการใช้งาน SYSTEM WARRANTY เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 25 ปี จากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือบริษัทสาขาในประเทศไทย

18.5.10 อุปกรณ์ที่ใช้ในจัดสายภายในอาคาร (Wire Management)

1) ใช้สำหรับจัดสายสัญญาณต้องมีฝาปิด-เปิด สะดวก

2) ที่ใช้ต้องสลับระหว่าง อุปกรณ์กระจายสัญญาณและอุปกรณ์พักสายเสมอ
สายเชื่อมต่อ (CAT 6 TRANSPARENT SL BOOT CABLE ASSEMBLIES) มีคุณสมบัติดังนี้

2.1) มีคุณสมบัติเป็นสายเชื่อมต่อ UTP PATCH CABLE ASSEMBLIES CAT 6 (CAT 6 PATC CORD) ประกอบด้วยสาย UTP แบบ STANDED WIRE ขนาด 24 AWG 7/32 จำนวน 4 คู่สาย ซึ่งมีฉนวนที่ผลิตจาก FRAME RETARDANT POLYETHYLENE

2.2) ปลายทั้งสองด้านเป็นหัวต่อแบบ RJ 45 MODULAR PLUG ผลิตจาก CLEAR POLYCARBONATE และมี PIN CONTACT ผลิตจาก PHOSPHOR BRONZE ชุบ NICKEL หนา 0.0001 นิ้วและเคลือบด้วยทองหนา 0.00005 นิ้ว มี LOAD BAR ผลิตจาก POLYCARBONATE เพื่อช่วยจัดตำแหน่งของสายให้เกิดการรบกวนกันน้อยที่สุด

2.3) สายสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต มี BOOT แบบ SLIM LINE , TRANSPARENT SL BOOT มีลักษณะโปร่งใส

2.4) สายเชื่อมต่อสำเร็จรูป ต้องผ่านเงื่อนไขข้อกำหนดตามมาตรฐานอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- UL FILE NUMBER E188111, UL 444
- TIA/EIA 568B.2-1, ISO/IEC 11801 CLASS E.
- EN 50288-6-2.
- IEC 61156-6.
- FCC PART 68 SUBPART F.
- RoHS Compliant.

3) สายเชื่อมต่อสำเร็จรูปมีคุณสมบัติทางด้านไฟฟ้าดังนี้

3.1) มีค่า CAPACITANCE 13.5 pf/ft ที่ 1 MHz

3.2) มีค่า IMPEDANCE 100 $\Omega \pm$ 15% ที่ความถี่ 1 MHz ถึง 100 MHz.

3.3) รองรับแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 150 VAC

3.4) ทำงานได้ที่อุณหภูมิ -20 °C ถึง 60°C

3.5) รองรับแรงดึงได้ไม่น้อยกว่า 50N

3.6) อุปกรณ์ที่เสนอต้องได้รับการรับประกันการใช้งาน SYSTEM WARRANTY เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 25 ปี จากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือบริษัทสาขาในประเทศไทย

3.7) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าและผลิตจากผู้ผลิตรายเดียวกันกับสายทองแดงแบบตีเกลียว ENHANCED CATEGORY 6

18.6 **หน้ากากสำหรับเต้ารับ (FACEPLATE KIT)**

มีคุณสมบัติดังนี้

18.6.1 เป็นหน้ากากที่สามารถติดตั้งใช้งานกับ 110CONNECT JACK, TOOL LESS JACK, MTRJ JACK, MULTIMEDIA JACK, SL SERIES JACK ได้

18.6.2 เป็นหน้ากากที่ผลิตจากวัสดุชนิด ABS และผ่านเงื่อนไขข้อกำหนด RoHS COMPLIANT เพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้งานและผู้ติดตั้ง

18.6.3 มีรหัสโค้ดสี (Colour Code) หรือ ICON รูปคอมพิวเตอร์ และโทรศัพท์ เพื่อบอกการใช้งานอย่างชัดเจน และมี BLANK ICON ให้เลือกใช้งานพร้อมแผ่น LABEL เพื่อง่ายต่อการจัดทำ LABELING , หน้ากากที่นำเสนอต้องมี LOGO เครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตบนหน้ากากที่นำเสนอทุกชิ้น

18.6.4 หน้ากากมีจำนวนช่องสำหรับใช้งาน 1, 2 หรือ 3 ช่องต่อหนึ่งหน้ากาก และ ติดตั้ง Modular Jack ได้จากด้านหน้า (Front Loading) เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการแก้ไขซ่อมแซมในภายหลัง

18.6.5 อุปกรณ์ที่เสนอต้องได้รับการรับประกันการใช้งาน SYSTEM WARRANTY เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 25 ปี จากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือบริษัทสาขาในประเทศไทย

18.6.6 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตภายใต้เครื่องหมายการค้าและผู้ผลิตเดียวกับสายทองแดงแบบตีเกลียว UTP CABLE

18.7 **อุปกรณ์** Wireless Access Point

มีคุณสมบัติเฉพาะของอุปกรณ์ขั้นต่ำดังนี้

18.7.1 เป็นอุปกรณ์ Access Point ที่สามารถทำงานร่วมกับ WLAN Controller ที่เสนอได้อย่างมีประสิทธิภาพ

18.7.2 สามารถรับส่งข้อมูลที่ย่านความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz ได้พร้อมกัน และต้องสามารถเลือกใช้ช่องสัญญาณได้ทั้งแบบ 20 MHz สำหรับย่านความถี่ 2.4 GHzและ 20,40, 80 MHz สำหรับย่านความถี่ 5GHz

18.7.3 อุปกรณ์ต้องมีเสาอากาศแบบภายใน ชนิด internal Omni, horizontal beamwidth 360°สำหรับความถี่ 2.4GHz มี Gain ไม่น้อยกว่า 4dBi และ ความถี่5 GHz มี Gain ไม่น้อยกว่า 6 dB

18.7.4 เสาอากาศภายนอกสามารถใช้งานย่านความถี่ 2.4GHz และ 5 GHz โดยที่อุปกรณ์ต้องทำงานแบบ MIMO 4Tx และ 4Rx ได้ และสามารถส่งข้อมูลได้ 3 Spatial Stream ได้เป็นอย่างน้อย

18.7.5 มีความไวในการรับสัญญาณ (Receive Sensitivity) ขั้นต่ำดังนี้

18.7.6 สำหรับความถี่ 2.4GHz: -79dBm ที่ความเร็ว 54Mbps; -87dBm ที่ความเร็ว 24Mbps; -91dBm ที่ความเร็ว 12 Mbps

1) สำหรับความถี่ 5 GHz: -77dBm ที่ความเร็ว 54Mbps; -86dBm ที่ความเร็ว 24Mbps; -90dBm ที่ความเร็ว 12 Mbps

18.7.7 สนับสนุนการทำงานตามมาตรฐาน IEEE802.11a, IEEE 802.11b/g, IEEE 802.11nและ IEEE 802.11ac wave 1โดยรองรับการถ่ายโอนข้อมูลสูงสุดที่ PHY data rates 1.3 Gbps (80 MHz with 5 GHz)

18.7.8 อุปกรณ์สามารถรองรับโมดูลตามมาตราฐาน IEEE 802.11acWave 2ได้โดยไม่เปลี่ยนอุปกรณ์ Access Point

18.7.9 ใช้ช่องสัญญาณมาตรฐาน ETSI และมีช่องสัญญาณแบบ 20 MHz ให้เลือกใช้ไม่น้อยกว่า 13 ช่องสัญญาณในย่านความถี่ 2.4GHz และไม่น้อยกว่า 16 ช่องสัญญาณในย่านความถี่ 5 GHz

18.7.10 ต้องสนับสนุนการทำ Dynamic Frequency Selection (DFS) ได้

18.7.11 ต้องสนับสนุนการทำ Cyclic shift diversity (CSD) ได้

18.7.12 สนับสนุนการใช้เทคโนโลยีในการรับส่งสัญญาณ WiFi (Clientlink 3.0) ที่มีประสิทธิ์ภาพกับเครื่องลูกข่ายแบบ 802.11n ที่อยู่ในระยะไกลได้สมบูรณ์ โดยสามารถรองรับการส่งเคลื่อนสัญญาณแบบ 1,2,3 Spatial Stream ได้

18.7.13 ต้องสนับสนุนการค้นหาอุปกรณ์ชนิด Non-Wifi Device อย่างน้อย 20 รายการ ที่ใช้ย่านความถี่ 2.4GHz และ 5GHz เช่น Bluetooth, Microwave และอื่นๆ เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้ช่องสัญญาณชนกันได้

18.7.14 ต้องสนับสนุนการทำ Packet aggregation: A-MPDU (Tx/Rx), A-MSDU (Tx/Rx)

18.7.15 มีพอร์ต Gigabit Ethernet 10/100/1000Base-Tx Mbps ที่สามารถรับ PoE (802.3 af)ได้

18.7.16 สามารถทำงานแบบ multiple SSID ได้ไม่ต่ำกว่า 16 SSID

18.7.17 สามารถสนับสนุนการส่งผ่าน Video Stream บนเครือข่ายไร้สายได้โดยประสิทธิภาพไม่ลดลง

18.7.18 อุปกรณ์สามารถทำงานเป็นตัวตรวจสอบการโจมตี (Wireless IPS Sensor) ได้พร้อมๆ กับการรับส่งข้อมูลปกติ

18.7.19 สามารถทำการส่งข้อมูลของผู้ใช้งานได้ทั้งการส่งแบบรวมศูนย์ โดย Tunnel ข้อมูลไปที่อุปกรณ์ Wireless Controller และการส่งแบบ Remote-Edge โดยส่งข้อมูลที่พอร์ตของ Access Point โดยตรง

18.7.20 มีไฟแสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์

18.7.21 อุปกรณ์สามารถทำงานตามสถาวะแวดล้อมได้ที่อุณหภูมิ 0 ถึง 40 องศาเซลเซียส

18.7.22 ได้รับการรับรอง Wi-Fi Certification และสอดคล้องข้อกำหนดตามมาตรฐาน UL2043, EN60601-1-2 และ FCC ที่เกี่ยวข้อง

18.7.23 เป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัทฯ ผู้ผลิตเดียวกันกับ Wireless Controller ที่เสนอ

18.7.24 บริษัทฯที่นำเสนอจะต้องได้รับการแต่งตั้งอย่างเป็นทางการ ในการยื่นประมูลงานครั้งนี้จากบริษัทที่เป็นบริษัทสาขา ของบริษัทผู้ผลิตฯ ที่ประจำในประเทศไทยฯ เท่านั้น

18.8 การรับประกัน

ผู้รับจ้างจะต้องประกันผลงานในระยะเวลา 2 ปี จากวันที่ผู้ว่าจ้างตรวจรับงานแล้ว ในระหว่าง ระยะเวลาประกัน หากมีการชำรุดเสียหายอันเนื่องมาจากการออกแบบหรือการติดตั้งบกพร่อง หรือจากการใช้งานอุปกรณ์ตามปกติ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบและเร่งดำเนินการแก้ไขให้ใช้การได้ดี โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ เพิ่ม

หมวดที่ 19 ระบบโทรศัพท์

19.1 ความต้องการทั่วไป

ขอบเขตของงานที่กำหนดให้มีดังต่อไปนี้

19.1.1 เดินสายโทรศัพท์ทั้งหมดอย่างครบถ้วนตามกำหนดในแบบ

19.1.2 จัดหา และติดตั้งกล่องพักสายโทรศัพท์ทุกส่วน พร้อมแผงกระจายสายรวม (Main Distribution Frame : MDF) ต่างๆ ขนาดตามระบุในแบบ ในส่วนของสายเข้าอาคารที่ MDF ให้มีกับดักฟ้าผ่าทุกคู่สายเข้าด้วย

19.1.3 จัดหาและพร้อมทั้งติดตั้งเต้ารับโทรศัพท์ทั้งหมด

19.1.4 ทดสอบระบบจ่ายสายโทรศัพท์ภายในโครงการร่วมกับตู้สาขาโทรศัพท์

19.2 เครื่องรับโทรศัพท์

เครื่องรับโทรศัพท์ทั้งหมดจัดหาโดยผู้รับจ้าง ซึ่งจะนำมาเสียบเข้ากับเต้ารับโทรศัพท์ด้วย Modular Jack Type

19.3 กล่องพักสายโทรศัพท์

ขั้วพักสาย ต้องเป็นแบบแผงละ 20 คู่สาย ชนิดที่การเข้าสายและถอดสาย ต้องกระทำด้วยเครื่องมือเฉพาะ ห้ามใช้ชนิดขันสกรู หรือบัดกรี ขั้วพักสายนี้ต้องติดตั้งภายในกล่องโลหะขนาดที่เหมาะสม โดยมีจำนวนของแผงครบถ้วนตามคู่สายที่กำหนดในแบบ

19.4 เต้าเสียบโทรศัพท์ (Telephone Outlet)

เต้าเสียบโทรศัพท์ต้องเป็นแบบ Modular Jack Type ชนิด 4 Pole ตามมาตรฐานของ USA ติดตั้งในกล่องมาตร-ฐานเรียบกับผนังหรือเป็นฝังพื้น (Pop-Up Unit) ตามที่ระบุในแบบโดยมีฝาปิดเป็นชนิดอะลูมิเนียม หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต

19.5 การติดตั้ง

19.5.1 สายโทรศัพท์ต้องเป็นไปตามมาตรฐานขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย และต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวนำสายไม่ต่ำกว่า 0.65 มิลลิเมตร

19.5.2 ถ้ามิได้ระบุเป็นอย่างอื่น ให้ใช้สายโทรศัพท์ชนิดดังต่อไปนี้ในสถานที่ต่างๆ ดังนี้ (อาจใช้สายที่มีคุณภาพเทียบเท่าได้)

- สาย Alpeth Sheathed Cable ให้เดินใน Underground Duct ร้อยในท่อหรือรางเดินสายเพื่อติดตั้งนอกอาคาร
- สาย TPEV ให้เดินระหว่าง MDF และ Terminal Box ใน Wireway หรือ Ladder หรือ Conduit ภายในอาคาร
- สาย TIEV ให้เดินระหว่าง Terminal Box และ Outlet เป็นชนิด 4C

19.5.3 อุปกรณ์เดินสายอื่นๆ ให้เป็นไปตามกำหนดในหมวดอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

19.6 **คุณลักษณะเฉพาะระบบโทรศัพท์อัตโนมัติ (PABX)**

19.6.1 **ความมุ่งหมาย** เพื่อให้โทรศัพท์ติดต่อระหว่างภายในและภายนอก เป็นไปด้วยความสะดวก สามารถติดต่อได้ทั้งภายในและภายนอก มีระบบโอเปอร์เรเตอร์และระบบอัตโนมัติต่างๆ รวมทั้งการสื่อสารระบบโทรสารและคอมพิวเตอร์ โดยระบบโทรศัพท์ต้องสามารถรองรับระบบ ISDN , Voice Over IP, Unified Communication ได้

19.6.2 **ระบบโทรศัพท์แบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้**

1) ระบบโทรศัพท์ (IP PABX) จำนวน 1 ระบบ
2) เครื่องโทรศัพท์ดิจิตอลสำหรับพนักงานรับโทรศัพท์ (Digital Telephone for Operator Console) พร้อม Headset จำนวน 1 ชุด
3) ระบบบันทึกและคำนวณการใช้โทรศัพท์ จำนวน 1 ระบบ
4) ระบบตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ พร้อมระบบฝากข้อความ จำนวน 1 ระบบ
5) ระบบสำรองไฟ 1 ชั่วโมง จำนวน 1 ระบบ

19.6.3 **คุณสมบัติทางด้านเทคนิค**

- ระบบที่นำเสนอต้องเป็นระบบโทรศัพท์ แบบ HYBRID PABX ที่สามารถรองรับการทำงานของโทรศัพท์ได้ในรูปแบบ Analog และ IP Telephone ได้
- มีระบบปฏิบัติการที่ทำงานอยู่บน UNIX หรือ Linux หรือ Proprietary OS
- ระบบต้องมี Control Board ซึ่งมี Build in Modem เพื่อใช้ในการ Remote Service และมี Ethernet port เพื่อเชื่อมต่อกับระบบ IP Network ได้
- ระบบต้องมีข้อมูลประกอบด้วย System Data and Customer Data ถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำแบบ Hard Disk หรือ MMC(Multi Media Card) หรือ Flash Rom และสามารถเก็บสำรองข้อมูลโดยไม่สูญหายแม้ในกรณีไฟฟ้าขัดข้อง โดยไม่ต้องมีแบตเตอรี่สำรอง
- ระบบที่นำเสนอต้องรองรับการใช้งานระบบโทรศัพท์แบบ IP Telephone ไม่น้อยกว่า 200 เลขหมาย
- สามารถรองรับปริมาณการใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 15,000 BHCC (Busy Hour Call Completion) หรือ 9,000 BHCA (Busy Hour Call Attempt)
- ระบบต้องเป็นแบบ Appliance หรือ Modular Design สามารถติดตั้งขยายระบบเพียงเพิ่มอุปกรณ์หรือ License เข้าในระบบโดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลง หรือหยุดการใช้งานระบบเดิม
- ระบบที่นำเสนอต้องรองรับการเชื่อมต่อกับสายนอกได้ทั้งแบบ Analog Trunk, Digital ISDN PRI, Digital ISDN BRI และ SIP Trunk
- แผงวงจรสายภายในแบบอนาล็อกที่เสนอทุกวงจรต้องสามารถแสดงหมายเลขเรียกเข้า (CLIP)ได้ และสามารถจุดไฟแสดงข้อความเข้า Message Waiting Indication (MWI) ได้ทุกวงจร

- ระบบโครงสร้างระบบโทรศัพท์สามารถรองรับการวางระบบระยะไกลผ่านโครงข่ายใยแก้วนำแสง เพื่อให้ผู้ออกแบบระบบมีทางเลือกในการกระจายติดตั้งอุปกรณ์ในจุดต่างๆ (Remote Gateway via Fiber Optic Cable or LAN Network) โดยสามารถทำงานเป็นระบบเดียวกัน
- เป็นระบบเปิด (Openness) รองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์มาตรฐานต่างๆ เช่น Ethernet TCP/IP, XML, QSIG, EURO ISDN, H.323 และ SIP เป็นต้น
- ใช้มาตรฐานการ Compression แบบ G729 พร้อมค่าลิขสิทธิ์ Licenses เท่ากับจำนวนที่โครงการต้องการใช้งาน
- ใช้มาตรฐาน Open Standard แบบ SIP พร้อมค่าลิขสิทธิ์ Licenses เท่ากับจำนวนที่โครงการต้องการใช้งาน
- สามารถทำงานตามาตรฐาน DHCP หรือ Static IP ได้
- การกำหนดเลขหมายโทรศัพท์ (Numbering Plan) ต้องสามารถกำหนดได้อย่างยืดหยุ่น (Flexible Numbering Plan) และสามารถกำหนดเลขหมายภายในได้ไม่ต่ำกว่า 6 Digits โดยที่ผู้ใช้งานสามารถกำหนดให้ใช้ผสมกันได้
- สามารถทำ Remote Maintenance ได้ผ่าน IP Network
- ระบบโทรศัพท์ต้องสามารถใช้กับเครื่องโทรศัพท์แบบ Analog Telephone โดยส่งสัญญาณไม่น้อยกว่า 3 กิโลเมตร
- ระบบที่เสนอต้องสามารถจัดเลือกช่องทางสำหรับการโทรออกสายนอกได้โดยอัตโนมัติ (Least Cost Routing) โดยช่องทางที่เลือกออกสายภายนอก ต้องเลือกช่องทางสายนอกที่มีอัตราค่าใช้จ่ายการโทรออกที่ถูกที่สุดในช่วงเวลานั้นเสนอโดยผู้ใช้ยังคงตัดออกสายภายนอกตามปกติ โดยผู้ใช้งานใช้รหัสการโทรออกเหมือนกัน สำหรับทุกๆเส้นทาง โดยให้ตู้สาขาเป็นผู้เลือกเส้นทางในการโทรออกโดยอัตโนมัติ
- ระบบที่เสนอมีการบริหารจัดการ (IP PABX Management System) แบบ Graphic User Interface (GUI) ผ่าน IP Network

19.6.4 **ระบบ Security Feature**

- Device Authentication – สามารถ Authenticate อุปกรณ์ต่างๆ เช่น IP Phone ก่อนที่จะอนุญาตให้ IP Phone ดังกล่าวเชื่อมต่อเข้าระบบ
- Data Integrity – สามารถป้องกันและตรวจสอบข้อความเพื่อให้แน่ใจว่าข้อความดังกล่าว ไม่ได้ถูกเปลี่ยนแปลงระหว่างทางก่อนถึงผู้รับ
- สามารถทำการเข้ารหัสข้อมูลเสียง Encryption Audio Stream ได้ทั้งการสนทนาปกติ หรือการประชุมสาย

19.6.5 **ความสามารถในการทำงานของระบบโทรศัพท์**

- สามารถเรียกออกไปชุมสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยหรือชุมสายโทรศัพท์อื่นได้โดยไม่ผ่าน Operator (Direct Outward Dialing)

- สามารถปรับเสียงเรียกเข้าให้แตกต่างกันตามประเภทของสาย (Discriminating Ringing) คือสายภายในเรียกเข้า สายภายนอกและสายที่จองสายไว้เรียกเข้า
- ในขณะที่กำลังติดต่อสายภายในหรือสายภายนอกอยู่จะต้องสามารถพักสายนั้น และทำการติดต่อสอบถามกับสายหมายเลขอื่นๆซึ่งอาจจะเป็นหมายเลขภายในหมายเลขภายนอก หรือพนักงาน รับโทรศัพท์ก็ได้เมื่อเสร็จแล้วกลับมาพูดกับสายเดิมที่รออยู่ได้ในขณะนั้นจะทำการติดต่อกี่ครั้งก็ได้ (Consultation Hold)
- ในขณะที่กำลังติดต่อหมายเลขใดหมายเลขหนึ่งอยู่สามารถโอนสายให้หมายเลขนั้นไปติดต่อกับเลขหมายหนึ่งได้ ทั้งโดยตนเองและโดยผ่านพนักงานต่อโทรศัพท์ (Call Transfer)
- สามารถตั้งเวลาเพื่อเตือนเวลานัดหมาย โดยสามารถตั้งเวลาได้จากเครื่องโทรศัพท์ (Time Reminder)
- สามารถกำหนดให้เครื่องภายในบางเครื่อง เมื่อถูกเรียกแต่สายไม่ว่าง หรือไม่รับสายเกินเวลาที่กำหนดหรือไม่ต้องการรับสาย สัญญาณกระดิ่งไปดังที่เครื่องภายในอื่นแทน (Call Forwarding)
- เครื่องภายในสามารถรับสายแทนเครื่องภายในอื่นๆ ที่ถูกเรียก แต่ไม่มีผู้รับสายได้ ทั้งแยกกำหนดเป็นกลุ่ม (Call pickup group) และเจาะจงหมายเลข (Direct call pickup)
- เมื่อเรียกสายไปยังหมายเลขภายในขณะที่เครื่องนั้นไม่ว่างสามารถบังคับให้มีการเรียกกลับโดยอัตโนมัติทันทีที่เครื่องว่าง (Call back on busy)
- เมื่อเรียกสายไปยังหมายเลขภายในโดยเครื่องนั้นไม่มีผู้รับสายสามารถบังคับให้มีการเรียกกลับโดยอัตโนมัติทันทีที่เครื่องนั้นถูกยกหูฟังแล้ววางลง (Callback on no Reply)
- สามารถกำหนดหมายเลขภายในให้เป็นกลุ่มๆ ซึ่งเมื่อมีผู้เรียกหมายเลขกลุ่ม ตู้สาขาโทรศัพท์จะทำการเลือกหมายเลขในกลุ่มที่ว่างให้ (Group Hunting)
- เครื่องโทรศัพท์ภายในทุกๆเครื่องสามารถกดรหัสย่อส่วนตัวเพื่อเรียกไปยังหมายเลขภายในหรือภายนอกที่ติดต่อกันเป็นประจำไม่น้อยกว่า 10 หมายเลข ในแต่ละเครื่อง (Individual Speed Dialing) โดยเครื่องโทรศัพท์
- เครื่องโทรศัพท์ภายในสามารถกดรหัสย่อของระบบเพื่อเรียกไปยังหมายเลขภายในหรือภายนอกที่ติดต่อกันเป็นประจำได้ไม่น้อยกว่า 200 เลขหมาย (System Speed Dialing) และรหัสจะถูกตั้งโดยผู้ดูแลตู้สาขาโทรศัพท์
- ในการเรียกสายภายนอก สามารถให้ตู้สาขาเรียกหมายเลขนั้นซ้ำอีกได้ (Last External Redial)
- ตู้สาขาโทรศัพท์สามารถแยกแยะประเภทหมายเลขภายในให้มีขีดความสามารถในการเรียกออกภายนอกหรือทางไกลได้เอง หรือจำกัดการใช้งาน ตลอดจนหน้าที่พิเศษได้ (Class of Service)
- ระบบนี้สามารถเปลี่ยน (Class of Service) โดยอัตโนมัติเมื่อถึงเวลาที่ได้กำหนดไว้
- สามารถกำหนดให้เครื่องโทรศัพท์ภายในบางเครื่องเมื่อถูกยกหูก็จะเรียกไปยังเครื่องภายในที่กำหนดโดยไม่ต้องหมุนเลขหมาย ทั้งนี้เพื่อใช้ในกรณีฉุกเฉิน (Hot-Line or non Dialing Connection)
- เครื่องภายในที่สามารถหมุนออกภายนอกได้โดยสามารถกดรหัสล็อคเครื่องเพื่อป้องกันผู้อื่นมาใช้เครื่อง และสามารถปลดล็อคโดยการกดรหัส Class of Service (Password) ด้วยตัวเอง หรือกำหนดเป็นรหัสที่สามารถให้กับเลขหมายภายในใดๆก็ได้ (Mobile Password) ในการโทรออกทางไกล

- สามารถแทรกสายภายในที่ไม่ว่างได้ (Override) และ สามารถป้องกันการแทรกสายสำหรับบางเครื่องได้ (Override Protected)
- สามารถทำงานฟังก์ชั่นนาย/เลขา (Boss / Secretary) ได้
- ระบบต้องสามารถประกาศหรือแจ้งข่าวสารในลักษณะของ Intercom ผ่านหัวเครื่องโทรศัพท์แบบดิจิตอล และ IP Phone ที่มีลำโพง (digital speaker phone) ได้ไม่น้อยกว่า 30 เครื่อง (Speaker Call-One-Way-Broadcast)
- ทำการประชุม (Conference) ได้ ไม่น้อยกว่า 5 เครื่อง และผู้เรียกวงจรประชุมสามารถเลือกผู้เข้าประชุมเพิ่มหรือตัดออกจากวงจรได้โดยระบุเป็นรายบุคคล โดยสามารถทำการประชุมได้พร้อมๆกันไม่น้อยกว่า 2 กลุ่ม

19.6.6 **เครื่องโทรศัพท์ดิจิตอลสำหรับพนักงานรับโทรศัพท์** (Digital Telephone for Operator Console)

- เป็นเครื่องโทรศัพท์แบบตั้งโต๊ะระบบดิจิตอล
- มีจอแสดงผล Display ได้ไม่น้อยกว่า 3 บรรทัด (165x58 pixel) พร้อมปุ่มควบคุมแบบสี่ทิศทาง และสามารถปรับมุมการมองหรือความเอียงของหน้าจอขึ้นลงได้ (Tilt) เพื่อปรับมุมมองที่ชัดเจนในการมองเห็น
- สามารถทำงานได้โดยใช้ไฟเลี้ยงจากชุมสายโทรศัพท์ โดยไม่ต้องอาศัยหม้อแปลงไฟฟ้าหรืออุปกรณ์เพิ่มเติม
- มีปุ่ม Programmable Key พร้อมไฟ LED แสดงสถานะอย่างน้อย 6 ปุ่มโดยสามารถโปรแกรมฟังก์ชั่นต่างๆได้
- มีช่องสำหรับเชื่อมต่อกับชุดปากพูดหูฟังแบบครอบศีรษะ (Headset) ได้ทันที และแยกกันกับช่องเชื่อมต่อชุดปากพูดหูฟังแบบมือถือ (Handset)
- สามารถเก็บบันทึกหมายเลขโทรเข้าที่ได้รับสายแล้ว (Received Call) และยังไม่ได้รับสาย (Missed Call) ทั้งจากสายใน-สายนอกล่าสุดไม่น้อยกว่า 50 เลขหมาย
- สามารถเก็บบันทึกหมายเลขที่โทรออกทั้งสายใน-สายนอกล่าสุดไม่น้อยกว่า 10 เลขหมาย
- มี Full Duplex Hand Free ที่ทำการติดต่อสนทนาได้โดยไม่ต้องยกหูโทรศัพท์
- มีปุ่ม Volume สามารถปรับความดังเสียงเรียกเข้า หรือเสียงสนทนาได้
- สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เสริม อย่างน้อยดังต่อไปนี้ Key Module, เครื่องโทรศัพท์ดิจิตอ
- รองรับ Headset พร้อมด้วย Amplifier เพื่อปรับระดับเสียง
- เป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกันกับชุมสายโทรศัพท์ที่เสนอ

19.6.7 **ระบบตอบรับอัตโนมัติ พร้อมระบบฝากข้อความ** (Auto Attendant & Voice Mail)

- ระบบที่เสนอต้องเป็นระบบ Voice Mail ที่ใช้กับระบบโทรศัพท์ทั้งแบบ IP และ Analog ได้
- ระบบต้องสามารถใช้งานจำนวน Voice Mail ได้อย่างน้อย 100 Voice Mailbox โดยไม่จำเป็นต้องซื้ออุปกรณ์เพิ่มเติม และ รองรับเพิ่มได้ถึง 500 Voice Mailbox ซึ่งการขยายต้องใช้อุปกรณ์ชุดเดิม

- ต้องสามารถใช้งานจากผู้ใช้งานพร้อมๆ กันอย่างน้อย 4 คน และสามารถขยายได้สูงสุดอย่างน้อย 16 คน พร้อมๆ กัน
- ระบบต้องให้เสียงตอบรับ Greeting เมื่อโทรศัพท์เข้ามายังบริษัท โดยสามารถให้ข้อมูลเบื้องต้นต่างกันตามช่วงเวลา เช่น ระบบตอบรับแจ้งชื่อบริษัทในช่วงเวลาปกติ และแจ้งเวลาทำงานเมื่อโทรศัพท์เข้ามาในช่วงเลิกงาน
- ระบบต้องสามารถโอนสายไปยังเจ้าหน้าที่ได้ และในกรณีที่เจ้าหน้าที่ไม่ว่างระบบจะแจ้งให้ฝากข้อความเสียง Voice Mail
- ระบบต้องสามารถใช้โทรศัพท์เข้าฟังข้อความเสียง Voice Mail ที่มีการฝากไว้ได้ ทั้งจากภายในบริษัทและภายนอกบริษัท ด้วยการกดรหัสผ่านของผู้ใช้งาน
- สามารถให้บริการโต้ตอบข้อมูลด้วยเสียง แจ้งเมนูเพื่อให้ผู้ใช้บริการสามารถเลือกรับฟัง โอนสาย หรือทำรายการต่างๆ ด้วยการกดปุ่มบนโทรศัพท์
- รองรับ Voice Mail to E-Mail Notification เพื่อใช้งานร่วมกับระบบโทรศัพท์

19.6.8 **ระบบบันทึกและคำนวณค่าใช้จ่ายโทรศัพท์** (Billing System)

- จะต้องเป็นระบบที่สามารถทำการประมวลผลข้อมูลระบบโทรศัพท์ เพื่อคำนวณค่าใช้จ่าย โดยจะต้องสามารถบันทึกรายละเอียดการใช้งานของเลขหมายโทรศัพท์ เพื่อคำนวณค่าใช้จ่ายการใช้โทรศัพท์โดยเรียกพิมพ์ได้เมื่อต้องการ
- สามารถเปรียบเทียบค่าบริการแต่ละเลขหมาย, หน่วยงาน, กลุ่มเลขหมายปลายทาง และสายนอกได้
- สามารถตั้งค่าบริการได้เองทั้งโทรภายใน, โทรเข้า, โทรมือถือ, โทรต่างจังหวัด และโทรต่างประเทศ
- ระบบที่เสนอต้องมีระบบป้องกันการใช้งาน (Password Protection) เฉพาะผู้มีสิทธิในการใช้งานเท่านั้น จึงจะสามารถทำการเพิ่มเติมปรับปรุงแก้ไขข้อมูลได้
- ระบบ Billing ที่เสนอต้องสามารถทำการสำรองรายละเอียดการใช้โทรศัพท์ CDR (Call Detail Record) ได้โดยผ่านอุปกรณ์ประเภท Hard Disk, Floppy Disk, Tape Backup อย่างใดอย่างหนึ่ง
- รายละเอียดของการรายงานระบบ Billing จะต้องมีองค์ประกอบ
- วัน เดือน ปี ของการใช้โทรศัพท์
- เวลาและระยะเวลาของการใช้โทรศัพท์ (Call Time and Duration)
- เลขหมายภายใน ชื่อผู้ใช้ (User) และ/หรือ รหัสย่อของหน่วยงาน (Department code)
- เลขหมายต้นทาง เลขหมายปลายทาง (Dialed Number)
- ประมวลผลและวิเคราะห์ปริมาณการใช้โทรศัพท์เป็นรูปกราฟได้

19.6.9 **อุปกรณ์คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ประกอบ**

- CPU Type: Intel® Core™ i5-7400 Processor
- CPU Speed: 3.0GHz L3 Cache Per CPU: 6MB.
- Memory DDRAM 4 GB DDR4 2400 MHz
- Hard Disk 1 TB

- LED Monitor 22 inch
- LAN Card 10/100/1000 Mbps
- Microsoft Windows 10 ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย

19.6.10 **คุณสมบัติของเครื่องรับโทรศัพท์แบบอนาลอก จำนวนเท่ากับเต้ารับโทรศัพท์**

- เป็นเครื่องรับโทรศัพท์ที่ได้ใบรับรองมาตรฐานองค์การโทรศัพท์ฯ พร้อมแนบใบรับรองเสนอมาด้วย
- ต้องสามารถปรับเป็นชนิดกดปุ่ม ตามมาตรฐานองค์การโทรศัพท์ฯ
- เป็นเครื่องยี่ห้อเดียวกับตู้สาขาโทรศัพท์
- ลักษณะเป็นเครื่องแบบตั้งโต๊ะโครงสร้างแข็งแรง
- การรับส่งสัญญาณใช้เพียง 1 คู่สาย ด้วยสัญญาณระบบอนาล็อก
- สามารถบันทึกหมายเลขที่โทรออกได้ไม่น้อยกว่า 4 เลขหมาย

19.7 **การทดสอบ การรับประกัน และการให้บริการ**

- หลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จ ผู้เสนอราคาจะต้องทำการทดสอบการทำงานของระบบในทุกๆ ด้านโดยสมบูรณ์ต่อหน้าคณะกรรมการได้รับมอบงานแล้ว
- ผู้เสนอราคาจะต้องให้การรับประกันอุปกรณ์ทั้งหมดที่ได้เสนอมาเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี นับจากวันที่คณะกรรมการได้รับมอบงานแล้ว
- ผู้เสนอราคาจะต้องจัดให้มีการบริการโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพื่อการบำรุงรักษาตู้สาขาอย่างสม่ำเสมอเป็นระยะเวลา 2 ปี

หมวดที่ 20 ระบบโทรทัศน์วงจรปิด

20.1 ความต้องการทั่วไป

ระบบโทรทัศน์วงจรปิดที่จัดหาจะต้องมีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

20.1.1 ระบบจะต้องสามารถตั้งโปรแกรมให้เลือกแสดงภาพจากแต่ละกล้องโดยอัตโนมัติได้ตามต้องการ และสามารถเลือกชมภาพจากทุก ๆ กล้องได้

20.1.2 ระบบจะต้องสามารถบันทึกเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ตามเวลาที่กำหนดไว้ พร้อมแสดง วันเวลาที่บันทึกด้วย

20.1.3 การบันทึกภาพและแสดงผลของภาพสามารถทำพร้อมกันได้ (DUPLEX MODE)

20.1.4 อุปกรณ์ในระบบทุกชนิดที่จัดหาจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่ยอมรับได้ เพื่อให้ระบบสามารถใช้งานได้ตลอดเวลาตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

20.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบโทรทัศน์วงจรปิดพร้อมอุปกรณ์ประกอบตามที่แสดงในแบบ และระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

20.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

ระบบโทรทัศน์วงจรปิดที่จัดหาอย่างน้อยจะต้องประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

20.3.1 กล้องโทรทัศน์วงจรปิดสี ชนิด Fixed 1080p Full-HD IR Bullet Camera

(1) ระบบรับภาพเป็นชนิดสีขนาด 1/2.9"-3" CMOS

(2) มีความไวแสงอย่างน้อย 0.25 Lux หรือดีกว่า

(3) IR ระยะไม่น้อยกว่า 20 เมตร

(4) ความละเอียดของภาพ 1920 x 1080 2MP หรือดีกว่า

(5) Maximum Frame Rate 30fps@1080p, 30fps@720p

(6) ค่ารูรับแสงที่กว้างสุดของเลนส์ Maximum Aperture Ratio F1.4 หรือดีกว่า

(7) การฉายกล้องในมุมกว้าง 90 องศา หรือดีกว่า

(8) ใช้อุณหภูมิระหว่าง 0-50 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

(9) มีวงจรปรับชดเชยสีอัตโนมัติ (AUTO WHITE BALANCE)

(10) มีวงจรปรับชดเชยแสงอัตโนมัติ (BACK LIGHT COMPENSATION)

(11) กล้องที่ติดตั้งภายนอก ต้องมีระบบป้องกันแสงย้อนและกันน้ำหันฝุ่น IP66 หรือดีกว่า

20.3.2 กล้องโทรทัศน์วงจรปิดสี ชนิด Dome 1080p Full-HD IR Dome Camera

(1) ระบบรับภาพเป็นชนิดสีขนาด 1/2.9"-3" CMOS

(2) มีความไวแสงอย่างน้อย 0.25 Lux หรือดีกว่า

(3) IR ระยะไม่น้อยกว่า 20 เมตร

(4) ความละเอียดของภาพ 1920 x 1080 2MP หรือดีกว่า

(5) Maximum Frame Rate 30fps@1080p, 30fps@720p

(6) ค่ารูรับแสงที่กว้างสุดของเลนส์ Maximum Aperture Ratio F1.4 หรือดีกว่า

(7) การฉายกล้องในมุมกว้าง 90 องศา หรือดีกว่า

(8) ใช้อุณหภูมิระหว่าง 0-50 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

(9) มีวงจรปรับชดเชยสีอัตโนมัติ (AUTO WHITE BALANCE)

(10) มีวงจรปรับชดเชยแสงอัตโนมัติ (BACK LIGHT COMPENSATION)

(11) กล้องที่ติดตั้งภายนอก ต้องมีระบบป้องกันแสงย้อน

20.3.3 สายตัวนำสัญญาณภาพ

(1) เป็นสายชนิด Coaxial มีค่าอินพิแดนซ์ 75 ohms (RG6)

(2) มีคุณสมบัติเหมาะสมกับการใช้งานกับระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด

(3) สามารถใช้งานในอุณหภูมิตั้งแต่ 0 องศา ถึง 55 องศาเซลเซียส เป็นอย่างน้อย

(4) ขนาดสายให้เลือกใช้ตามความเหมาะสม เทียบได้ไม่ต่ำกว่าสาย RG6

20.3.4 เครื่องบันทึกภาพ จะต้องมีคุณสมบัติทางด้านเทคนิค อย่างน้อยดังนี้

(1) สามารถควบคุมกล้องได้ตามที่ระบุในแบบ

(2) สามารถรองรับการบันทึก Full-HD 1080P

(3) สามารถบันทึกภาพต่อเนื่องได้อย่างน้อย 30 วัน

(4) การบันทึกภาพในแบบ H.264

(5) USB2.0 ไม่น้อยกว่า 2 Ports

(6) HDMI ไม่น้อยกว่า 1 Ports

(7) VGA ไม่น้อยกว่า 1 Ports

(8) ใช้อุณหภูมิระหว่าง 0-40 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

(9) มีการจับภาพแบบ MOTION DETECTOR คือ ถ้าไม่มีการเคลื่อนไหวผ่านหน้ากล้องก็จะไม่บันทึกภาพ แต่ถ้ามีการเคลื่อนผ่านหน้ากล้องก็จะบันทึกภาพ

(10) สามารถเชื่อมต่อเข้ากับระบบเครือข่ายของโครงการได้

(11) สามารถเรียกภาพดูย้อนหลัง ภาพขณะปัจจุบันได้ผ่านทางเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของโครงการและผ่านทางอินเตอร์เน็ตจากภายนอกได้

20.3.5 MONITOR จะต้องมีคุณสมบัติทางด้านเทคนิค อย่างน้อยดังนี้

(1) เป็นจอ LED ขนาดไม่น้อยกว่า 32 นิ้ว

(2) ความละเอียดภาพไม่น้อยกว่า 1080p Full HD

20.3.6 UPS จะต้องมีคุณสมบัติทางด้านเทคนิค อย่างน้อยดังนี้

(1) เป็นชนิด TRUE ONLINE หรือ LINE INTERACTIVE

(2) มีขนาดไม่น้อยกว่า 2 kVA และสามารถจ่ายไฟให้กับเครื่องบันทึกภาพ

(3) ระยะเวลาในการสำรองไฟ ไม่น้อยกว่า 15 นาที

(4) สามารถติดตั้งในตู้ Rack 19" ได้

20.4 **การติดตั้ง**

20.4.1 สายทุกชนิดในห้องควบคุมจะต้องเดินในท่อร้อยสายหรือตามที่ระบุในแบบ

20.4.2 การจัดวางอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่ระบุในแบบและอุปกรณ์ควบคุมตามมาตรฐานของผู้ผลิต หรือตามที่ระบุในแบบ

20.4.3 ปรับมุมและระยะของภาพตามความต้องการของเจ้าของโครงการ

20.5 **การทดสอบและการฝึกอบรม**

ผู้รับจ้างจะต้องทดสอบการทำงานของระบบทุกจุดต่อหน้าผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้าง พร้อมทั้งจัดทำคู่มือการใช้งานและจัดหาวิทยากรมาฝึกอบรมให้กับเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องของผู้ว่าจ้าง จนสามารถปฏิบัติงานเองได้อย่างดี

20.6 **การรับประกัน**

ผู้รับจ้างจะต้องประกันผลงานในระยะเวลา 2 ปี จากวันที่ผู้ว่าจ้างตรวจรับงานแล้ว ในระหว่าง ระยะเวลาประกัน หากมีการชำรุดเสียหายอันเนื่องมาจากการออกแบบหรือการติดตั้งบกพร่อง หรือจากการใช้งานอุปกรณ์ตามปกติ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบและเร่งดำเนินการแก้ไขให้ใช้การได้ดี โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ เพิ่ม

หมวดที่ 21 ระบบเสียง

(ถ้าในแบบ หรือการชี้แจงแบบไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น)

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ในระบบเสียงตามกำหนดในแบบและรายการนี้ ระบบเสียงสำหรับพื้นที่โดยทั่วไป อย่างน้อยประกอบด้วย

21.1 ห้องประชุม

21.1.1 โปรเจคเตอร์

คุณสมบัติทั่วไป

- ความสว่าง ตามที่ระบุในแบบ *มี wifi ในตัว
- โปรเจคเตอร์เทคโนโลยีการแสดงภาพ แบบ LCD- Poly-silicon TFT Active Matrix
- ความละเอียดภาพแบบ Native WUXGA (1920*1200 pixels)
- อัตราเปรียบต่างของสีขาวและดำ (Contrast Ratio) สูงถึง 15,000: 1
- หลอดภาพ แบบ E-TORL 210W แบบ UHE
- อายุหลอดภาพยาวนานถึง 6,000 ชั่วโมง
- ขนาดภาพที่ฉายได้ 30" - 300" (วัดตามแนวทแยง) Throw Ratio 1.48-1.77 :1
- มีลำโพงในตัว ขนาด 1 วัตต์แบบ โมโน
- สามารถปรับแก้ไขปัญหาสีเหลี่ยมคางหมูได้ -30 /+30 องศาในแนวตั้ง ทั้งแบบปรับด้วยมือ และอัตโนมัติ
- ช่องเชื่อมต่อสัญญาณดังนี้
- ช่องต่อสัญญาณเข้า คอมพิวเตอร์ : D-sub 15pin x 1
- ช่องต่อสัญญาณเข้า คอมพิวเตอร์ : HDMI x 1 ,HDMI/MHL x 1
- ช่องสัญญาณเสียงเข้า Stereo mini x 2 (แดง/ขาว)
- ช่องสัญญาณ Composite Video: RCA (Yellow) x 1
- ช่องสัญญาณ USB ชนิด Type B เพื่อการเชื่อมต่อสัญญาณและการควบคุมจากคอมพิวเตอร์/ควบคุมเมาส์
- ช่องสัญญาณ USB ชนิด Type Aเพื่อการแสดงภาพโดยตรง
- คุณสมบัติพิเศษ
- มี AV mute slide Lens Shutter เพื่อการพักใช้งานเครื่องฉายชั่วคราวโดยไม่ต้องปิดเครื่อง
- มีฟังก์ชั่น Instant off ทำให้สามารถอดปลั๊กได้ทันทีเมื่อปิดเครื่องฉาย **
- มีฟังก์ชั่น DIRECT POWER ON/OFF เพื่อความสะดวกในการเปิด/ปิดเครื่อง และฟังก์ชั่น Auto power ON เมื่อมีการต่อสัญญาณภาพเข้าเครื่องฉาย
- รองรับการใช้งานแบบไร้สาย สามารถฉายภาพผ่าน PC smartphone หรือ Tablet ได้

21.1.2 **ลำโพง 2 ทาง**

<u>คุณสมบัติทั่วไป</u>

- ลำโพง 2 ทาง 4 นิ้ว
- ความถี่ตอบสนอง (-3dB)(1) : 75Hz-20kHz
- ช่วงความถี่ (-10dB)(1) : 60Hz-30kHz
- System Sensitivity (1W @1m) : 84dB
- ความต้านทาน 6 Ohms

21.2 **ระบบเสียงประกาศ**

21.2.1 **ข้อกำหนดเบื้องต้น**

- การกระจายเสียงได้อย่างชัดเจน ในที่สาธารณะ และการสื่อสารแบบทางเดียวทั้งการประกาศแบบปกติหรือแบบเหตุฉุกเฉิน รวมถึงมีเสียงดนตรีเปิดเล่น (Background Music) ในพื้นที่ที่ต้องการ
- เสียงประกาศชัดเจน ไม่เพี้ยน รับฟังได้ในพื้นที่ที่เลือกไว้แล้ว
- เสียงประกาศชัดเจน, ไม่เพี้ยน ในทุกพื้นที่ ทั้งในพื้นที่เฉพาะ หรือหลายพื้นที่ การเลือกกลุ่มพื้นที่สามารถกำหนดได้ทุกเวลา
- มีเสียงดนตรีเปิดเล่น ในพื้นที่ที่ระบุ เมื่อไม่ได้ใช้งานเสียงประกาศ
- การควบคุมการประกาศ(Live Call), การเล่นเสียงเพลง(BGM), การสั่งประกาศข้อความบันทึก (recorded Message) ทำได้ จากศูนย์ควบคุมส่วนกลาง
- เมื่อโซนใดถูกเลือกให้ทำการประกาศ, ควรมีเสียงระฆังอิเล็กทรอนิกส์นำก่อนแล้วตามด้วยการประกาศ
- ระบบควรทำงานได้พร้อมๆ กัน ในแต่ละโซน อย่างไม่ติดขัด เมื่อถูกสั่งจากไมโครโฟนประกาศ ในเวลาเดียวกัน
- ระบบต้องสอดคล้องกับ มาตรฐานระบบเสียงประกาศเตือนภัยอพยพ หรือ EN54 ในทุกข้อกำหนดของระบบประกาศแบบฉุกเฉิน
- วัสดุทุกอย่างต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยใช้งานมาก่อน จึงจะเป็นที่ยอมรับ และต้องเก็บ หีบห่อ ในสภาพป้องกันอากาศ และความเสียหาย ในเวลาทำการประกอบ หรือติดตั้ง ต้องไม่ชำรุด เสียรูปทรง และแตกร้าว การเปลี่ยนเพื่อทดแทน เป็นความรับผิดชอบและต้นทุนของผู้รับเหมาช่วง
- วัสดุและอุปกรณ์ ประกอบด้วย (ตามระบุในข้อกำหนด) คุณภาพตามที่ต้องการ ผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของสถาบัน องค์การ ความร่วมมือ ด้านมาตรฐานต่างๆ อย่างไรก็ตาม ก็เป็นที่ยอมรับได้

21.2.2 **ความต้องการของระบบ**

- เครื่องขยายสัญญาณเสียงต้องมีวงจรป้องกันภายใน สำหรับป้องกันอันตราย หรือมีไฟเข้าเกินกำลังไฟฟ้าลัดวงจร หรือการเชื่อมต่อที่อาจมีความผิดพลาดได้

- เครื่องขยายสัญญาณเสียงต้องมีตัวแปลงไฟภายใน สำหรับลำโพงที่มีแรงขับ 100V, ช่องสำหรับไฟ 24 V DC ให้ทำงานในกรณีฉุกเฉิน
- ระบบควรตัดเสียงดนตรีออกออกได้ในในภาวะฉุกเฉิน เพื่อให้ได้ยินเสียงเตือนภัยได้ทั่วถึง ปุ่มควบคุมระดับความดังของเสียงทั้งหมด ต้องถูกทับด้วยคำประกาศ กรณีฉุกเฉิน
- อุปกรณ์ต่างๆ เช่นส่วนควบคุมกลาง (Controller Unit) และตัวขยายสัญญาณเสียง (Power Amplifier) ของโครงข่ายงาน ให้ใช้ชั้นวางมาตรฐาน ขนาด 19 นิ้ว

21.2.3 ข้อกำหนดระบบ

- เดินสายเชื่อมต่อระหว่างสถานีประกาศ (Paging Station) และส่วนควบคุมกลาง (Controller Unit)
- เดินสายเชื่อมต่อระหว่างชุดควบคุมหลัก (Controller Unit) และเครื่องขยายเสียง (Power Amplifier) เพื่อสะดวกต่อการติดตั้งและบำรุงรักษา
- ระบบสามารถตั้งตารางประกาศอัตโนมัติ จากชุดควบคุมหลักได้
- สถานีประกาศ (Paging Station) ตัวเครื่องต้องตั้งบนฐานที่แน่นหนา ไมโครโฟนมีก้านที่ปรับโค้งงอได้

21.2.4 ข้อกำหนดทางเทคนิค

21.2.4.1 เครื่องควบคุมระบบเสียงประกาศ

- ทำหน้าที่เป็นชุดควบคุมหลัก บริหารจัดการระบบเสียงประกาศ ประมวลสัญญาณ จัดเก็บข้อความเสียงที่ต้องการใช้ในการประกาศ
- มีกำลังไฟฟ้าภายใน(Class-D Amplifier) สำหรับขับลำโพงในระบบ อย่างน้อย 500 วัตต์
- สามารถกำหนดค่าการทำงานที่ต้องการบนปุ่มแบบกด บนตัวเครื่องได้
- รองรับช่องสัญญาณเสียง(Audio Channel)ในระบบไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- รองรับการทำงาน การสำรองเครื่องขยายเสียง(Backup Amplifier)
- สามารถควบคุมความดัง ได้ทั้งสัญญาณขาเข้าและขาออก (Input/Output)
- <u>ไมโครโฟนขาเข้า(Microphone Input)</u>
  - ความไวสัญญาณ -65+/-3dBV
  - ความต้านทาน 250 Ohm
  - ความถี่ตอบสนอง 90Hz-13kHz
  - อัตราสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน >50dB(A-Weight)
- <u>ช่องสัญญาณขาเข้าแบบAuxiliary</u>
  - จำนวน2ช่องสัญญาณ
  - ความไวสัญญาณ 1V(0dBV)
  - ความต้านทาน 10 KOhm
  - ความถี่ตอบสนอง 85Hz-18kHz

- ช่องสัญญาณขาเข้าแบบMIC/Line
  - ความไวสัญญาณ -50dBV/0dBv (แบบเลือกได้)
  - ความต้านทาน 10 KOhm
  - ความถี่ตอบสนอง 85Hz-18kHz
  - อัตราสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน >77dB(A-Weight)
  - ไฟเลี้ยงสำหรับไมโครโฟน (Phantom Power) DC24V (เปิด-ปิดได้)
- สัญญาณเสียงขาออก
  - ช่องสัญญาณ ช่อง1,ช่อง2 และ เอาต์พุตสำหรับบันทึก
  - ระดับสัญญาณ 1V(0dBV)
  - ความผิดเพี้ยน <0.5%
- วงจรลำโพง
  - จำนวน8ช่อง (แบบกลุ่มA,B)
  - จำนวนโหลดลำโพงสูงสุด 500W/ช่อง

21.2.4.2 **เครื่องขยายเสียง**

- เครื่องขยายสัญญาณเสียง แบบ Versatile class-D mixer amplifier
- สามารถปรับแต่งสัญญาณเสียงด้วย 7 Band Graphic EQ
- มีช่องรองรับด้านหน้าเครื่องสำหรับใส่ Tuner & CD Module
- มีช่องต่อรองรับการทำงาน Telephone paging input and dry contact of chime
- สามารถต่อพ่วงเครื่องขยายสัญญาณเสียงเพื่อรองรับกำลังขับมากขึ้นได้
- ความไวในการรับสัญญาณ Balanced Microphone Channels : -50dB(+/- 3dB)
- ความไวในการรับสัญญาณ Balanced Line Channels : -6dB(+/- 3dB)
- ความไวในการรับสัญญาณ Balanced Remote Microphone Station : -50dB to -6dB(+/- 3dB)
- ความไวในการรับสัญญาณ Unbalanced Remote Microphone Station : +18dB(+/- 3dB)
- ความไวในการรับสัญญาณ Balanced TELE-PAGING/MIC : -40dB to 0dB(+/- 3dB)
- ความถี่ตอบสนอง 100 – 10k Hz (@ 1watt from speaker out tap (+1.5dB / -3dB)
- มี Power band Width : 80Hz – 15kHz with loss than 0.5% THD
- อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน(Rate power output) > 75 dB
- สัญญาณข้ามช่อง -60dB @ 1kHz
- ความเพี้ยน (THD @ 1kHz) < 0.5% @ 1kHz
- Phantom power 15VDC
- สามารถติดตั้งได้บนตู้แร็ค 19 นิ้วได้โดยตรง

- ผ่านมาตรฐานรับรอง EN54
- รับประกันอุปกรณ์ต่าง ๆ ในสภาพใช้งานปกติ เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี จากบริษัทผู้ผลิต ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าสินค้า มิใช่จากผู้นำเข้าอิสระหรือผู้แทนจำหน่ายช่วงที่เสนอราคาตัวจริง ต้นฉบับยื่นแนบมาด้วย

21.2.4.3 **ไมโครโฟนประกาศ**

คุณสมบัติทั่วไป

- สามารถเลือกใช้ก้านไมโครโฟนได้ทั้ง แบบก้านโค้งงอได้ หรือ แบบ Push to Talk (PTT)
- มีลำโพงมอนิเตอร์ในตัวเครื่องขนาดไม่น้อยกว่า 2 วัตต์ สำหรับฟังเสียงในระบบ และ/หรือ ฟังก์ชั่นอินเตอร์คอม
- มีปุ่มกดที่สามารถกำหนดค่า ให้สั่งประกาศเสียง โดยสามารถกำหนดค่าได้ทั้งแบบประกาศเป็นบางพื้นที่ หรือแบบกลุ่มได้
- สามารถใช้งานแบบตั้งติดหรือฝังโต๊ะได้

คุณสมบัติทางเทคนิค

- ใช้กระแสไฟฟ้าแบบ DC 24V
- ความถี่ตอบสนอง 50Hz~15KHz
- อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน >85dB
- ความเพี้ยนฮาร์โมนิค <0.05%
- สัญญาณขาเข้าไมโครโฟน -44dB±2dB
- มีค่า Sampling rate 44.1 KHz, 16 Bit

21.2.4.4 **เครื่องขยายสัญญาณเสียงขนาด 120 วัตต์** (BOOSTER AMPLIFIER 120W)

คุณสมบัติทั่วไป

- เครื่องขยายสัญญาณเสียงขนาด 120 วัตต์
- AC or 24 VDC power supply
- สามารถติดตั้งใน RACK ได้

คุณสมบัติทางเทคนิค

- ใช้กระแสไฟฟ้าแบบ AC or DC 24V
- ความถี่ตอบสนอง 70Hz~15KHz
- อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน >100dB (master volume min)
- ความเพี้ยน UNDER 2% at 1kHz, rated power

21.2.4.5 **การ์ดเล่น** PLL MW/FM Radio/CD/CD-R/CD-RW

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นการ์ดสำหรับเล่น PLL MW/FM Radio/CD/CD-R/CD-RW สำหรับใส่ในเครื่องขยายสัญญาณเสียง
- ช่องเสียบUSB และช่องเล่นแผ่นCD สามารถเล่นสัญญาณสียงในรูปแบบ WAV, WMA,และ MP3 ได้ พร้อมทั้งการปรับแต่งเสียง(Equalizer)
- ความถี่ตอบสนอง 20Hz -20Hz
- อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน > 50dB

21.2.4.6 ลำโพงตู้ขนาด 40 วัตต์

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นลำโพงตู้ขนาด 40 วัตต์แบบ Extraordinary sound effect, Intelligible treble and powerful bass
- มีดอกลำโพงเสียงต่ำขนาด 5 นิ้ว , และเสียงสูงขนาด 1 นิ้ว
- ได้รับมาตรฐาน CE and RoHS

คุณสมบัติทางเทคนิค

- มีกำลังขับ 40 วัตต์และกำลังขับสูงสุด 60 วัตต์
- กำลังขับแบบ Power taps @ 100V : 40 / 20 /10 วัตต์
- กำลังขับแบบ Power taps @ 70V : 20/ 10 / 5 วัตต์
- ความถี่ตอบสนอง 100 Hz - 20 KHz (-10dB)
- มีค่า SPL at 40W / 1W (130Hz-20kHz, 1m) : 99 dB / 84 dB
- ระดับแรงดันขาเข้า 100 V / 70 V / 8 ohms
- ความต้านทาน 250 ohms / 500 ohms / 1k ohms

21.2.4.7 ลำโพงเพดานขนาด 6.5 นิ้วชนิด 6 วัตต์

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นลำโพงเพดานขนาด 6.5 นิ้วชนิด 6 วัตต์

คุณสมบัติทางเทคนิค

- มีกำลังขับ 6 วัตต์และกำลังขับสูงสุด 9 วัตต์
- กำลังขับแบบ Power taps 6 / 3 / 1.5 วัตต์
- ความถี่ตอบสนอง 100 Hz - 20 KHz (-10dB)
- มีค่า SPL at 6W / 1W (1m 100Hz – 15kHz) : 100dB / 92dB
- มีมุมในการกระจายเสียง (1k Hz / -6 dB) : 112 องศา
- ความต้านทาน 1.7k ohms / 3.3k / 6.7 k ohms

21.2.4.8 ลำโพงฮอร์นขนาด 30 วัตต์

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นลำโพงฮอร์นขนาด 30 วัตต์

คุณสมบัติทางเทคนิค

- มีกำลังขับ 30 วัตต์และกำลังขับสูงสุด 45 วัตต์
- กำลังขับแบบ Power taps @ 100V : 30 / 15 วัตต์
- กำลังขับแบบ Power taps @ 70V : 15 / 7.5 วัตต์
- ความถี่ตอบสนอง 300 Hz - 10 KHz (-10dB)
- มี SPL at 30W / 1W (330Hz-8kHz, 1m) : 116 dB / 104 dB
- มีมุมในการกระจายเสียง (1k Hz / -6 dB) : 140 องศา
- ระดับแรงดันขาเข้า 100 V / 70 V

21.2.4.9 **วอลลุ่มขนาด 6 วัตต์, 30 วัตต์, และขนาด 60 วัตต์**

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นวอลลุ่มควบคุมระดับเสียงขนาด 6, 30, 60 วัตต์ 5 degree volume control levels
- มี 24V DC forced relay
- สามารถใช้งานแบบ 3-wire, 4-wire and 6-wire systems

คุณสมบัติทางเทคนิค

- มีระดับสัญญาณเข้า 100V
- ความถี่ตอบสนอง 50 Hz - 20 KHz
- สามารถปรับระดับแบบ 5 × 2 dB + off

21.2.4.10 **ชุดแปลงสัญญาณเสียง**

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นเครื่องแปลงสัญญาณเสียงแบบ Simple plug in/out design
- สามารถใช้แปลงสัญญาณเสียงจากระบบDigital(IP PA system) เป็นระบบ Analog (PA system)
- มีช่องสัญญาณขาเข้าชนิด RJ45 และขาออกชนิด RCA outputsไม่น้อยกว่า 4 ช่อง

21.2.5 **วัสดุอุปกรณ์ในการติดตั้ง**

21.2.5.1 สายไมโครโฟนให้ใช้ตามที่ระบุในแบบ และ/หรือ ตามที่บริษัทผู้ผลิตไมโครโฟนระบุ

21.2.5.2 ผู้รับจ้างจะต้องส่งแบบแสดงรายละเอียดในการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ เสนอให้วิศวกรผู้ควบคุมหรือผู้ว่าจ้าง อนุมัติก่อนการดำเนินการติดตั้งจริง

21.2.5.3 ตู้ใส่อุปกรณ์

- เป็นตู้ใส่อุปกรณ์ขนาดมาตรฐานหน้ากว้าง 19 นิ้ว

- ทำด้วยแผ่นโลหะหนาไม่น้อยกว่า 1 มม. ที่แข็งแรงทนทาน
- มีพัดลมระบายอากาศ หรือ ช่องระบายอากาศได้ตามสมควร
- ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ SHOP DRAWINGS เสนอขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง

21.3 **การรับประกัน**

ผู้รับจ้างจะต้องประกันผลงานในระยะเวลา 2 ปี จากวันที่ผู้ว่าจ้างตรวจรับงานแล้ว ในระหว่าง ระยะเวลาประกัน หากมีการชำรุดเสียหายอันเนื่องมาจากการออกแบบหรือการติดตั้งบกพร่อง หรือจากการใช้งานอุปกรณ์ตามปกติ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบและเร่งดำเนินการแก้ไขให้ใช้การได้ดี โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ เพิ่ม

หมวดที่ 22 ระบบควบคุมการเข้า-ออกอาคาร

22.1 ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้งสายสัญญาณและสายไฟฟ้า สำหรับติดตั้งเครื่องควบคุมการเข้า-ออก โดยใช้ลายนิ้วมือหรือบัตร KEY CARD เพื่อแสดงตัวบุคคล ให้ผู้รับจ้างต้องติดตั้ง พร้อมงานเดินสายตามตำแหน่งในแบบ เพื่อให้สามารถใช้งานได้ตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง มาตรฐานตามผู้ผลิตผลิตภัณฑ์

22.2 คุณสมบัติทางเทคนิคของอุปกรณ์

1. **ซอฟต์แวร์ควบคุมการเข้าออก** (Access Control Software)

1.1 เป็นโปรแกรมสำหรับบริหารจัดการและควบคุมการเข้า-ออกของบุคคล

1.2 รองรับการสื่อสารบน TCP/IP ในการสื่อสารระหว่าง Application Server, Client Workstations, และอุปกรณ์หลักอื่นๆภายในระบบฯโดยระบบฯสามารถรับรู้สถานะแบบ Real Time ของอุปกรณ์ได้แก่ Access Control Panel, Workstation เป็นต้น

1.3 สามารถสื่อสารกับชุดควบคุมการเข้า-ออกโดยการใช้ TCP/IP

1.4 ระบบฯจะต้องมีความยืดหยุ่นในการขยายการทำงานในอนาคตทั้ง ในส่วนของจำนวนอุปกรณ์ที่ระบบฯควบคุมและฟังก์ชั่นการทำงาน (Scalability) โดยผู้ใช้สามารถเพิ่มส่วนโปรแกรม (Software License) เฉพาะในส่วนที่จำเป็นต้องใช้งานได้

1.5 ระบบฯจะต้องสามารถตรวจสอบและบันทึกเหตุการณ์ของ Card Access, Alarm และ Operator Activityลงฐานข้อมูลเพื่อเรียกดูในรูปแบบรายงานได้

1.6 การกำหนดการใช้งานของ Operator จะสามารถทำได้โดยการใช้ User Name และ Password ที่แตกต่างกัน โดยแต่ละ User Name สามารถกำหนดให้มีการเข้าถึงข้อมูลระบบฯที่แตกต่างกัน (Level Permissions และ Database Partition Views) นอกจากนี้ยังสามารถตั้งระยะเวลาการใช้งานของ User นั้นๆได้

1.7 ระบบจะต้องสามารถสั่งปลดล็อคประตู เมื่อได้รับสัญญาณจากระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้เพื่อไม่ให้กีดขวางการหนีไฟ

1.8 ระบบฯจะต้องสามารถแจ้งเตือนกรณีต่างๆที่เกิดขึ้นที่ประตูหรือจุดควบคุมการเข้าอย่างน้อยดังนี้

1.8.1 ประตูเปิดโดยไม่ได้รับอนุญาต

1.8.2 มีการใช้งานบัตรที่ไม่ได้รับสิทธิ์

1.8.3 มีการเปิดประตูโดยใช้ Remote Command จาก Workstation ใดๆ

1.9 การกำหนดตารางเวลา (Time Schedule) สามารถกำหนดได้ไม่จำกัดโดยสามารถกำหนดให้มีหลาย ช่วงเวลาในหนึ่งวันโดยสามารถกำหนดการทำงานของตารางเวลาให้กับสิ่งต่างๆดังนี้

1.9.1 สิทธิ์การเข้า-ออกในจุดควบคุม

1.9.2 การทำงานของเครื่องอ่านบัตรเช่น Online/ Offline, การเปลี่ยนโหมดการทำงาน

1.9.3 การเปิด-ปิดประตู

1.9.4 การทำงานของ Input/ Output

1.9.5 ระบบฯสามารถตั้งค่าการทำงานของเครื่องอ่านบัตรได้อย่างน้อยดังนี้

1.9.6 Online/Offline

1.9.7 ใช้งาน (โดยกำหนดตารางเวลาการเปลี่ยนโหมดแต่ละโหมดได้)

- บัตรอย่างเดียว
- บัตรและรหัส

1.10กำหนดให้ประตู Lock ภายในเวลา 0-59 นาทีและขยายเวลาได้พิเศษสำหรับการใช้บัตรเฉพาะได้ 0 -59นาที

1.11มีหน้าต่างเฉพาะสำหรับตรวจสอบสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm Monitoring Window) โดยสัญญาณแจ้งเตือนจะปรากฏที่หน้าต่างนี้แบบ Real Time โดยจะต้องแสดงชนิดของสัญญาณเตือนตำแหน่งวันและเวลาเป็นอย่างน้อย

1.12สามารถนำเข้าแผนผังของสถานที่นั้นๆและสามารถใส่ icon ที่แสดงถึง Workstations, Control Panels, Input/ Output, Readers เป็นต้นพร้อมทั้งสามารถควบคุมการทำงานและตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ดังกล่าวผ่าน Icon นั้นๆได้รวมถึงถ้ามีเหตุการณ์เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ icon ของอุปกรณ์ดังกล่าวจะเปลี่ยนรูปแบบไปตามที่กำหนดเช่นเปลี่ยนสีเพื่อให้ Operator รับรู้ได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.13ซอฟต์แวร์จะต้องสามารถทำงานร่วมกับระบบกล้องวงจรปิด ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ และระบบ BAS ได้

วัสดุอุปกรณ์

1. เครื่องควบคุมระบบฯ (Door Controller Module Panel) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ย่อยต่างๆในระบบโดยมีลักษณะดังนี้
    - สามารถเชื่อมต่อกับโมดูลได้ตามมาตรฐาน RS-485 และ 10/100 Ethernetได้
    - รองรับข้อมูลผู้ถือบัตรได้มากกว่า 10000 ข้อมูล
    - รองรับการบันทึกเหตุการณ์ขณะ Offline ได้
    - มีจุดเชื่อมต่อ แบบ Normally open/Normally closed, unsupervised, supervised. Standard or custom end-of-line resistances.
    - รองรับการใช้ไฟแบบ POE และ DC 12V.
    - ได้รับมาตรฐาน UL, FCC, CE
2. เครื่องควบคุมระบบฯ (Door Monitoring Module Panel) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ย่อยต่างๆในระบบโดยมีลักษณะดังนี้
    - สามารถเชื่อมต่อกับโมดูลได้ตามมาตรฐาน RS-485
    - รองรับ Relay แบบ Two Form-C
    - รองรับการใช้ไฟแบบ DC 24V. และ DC 12V.
    - ได้รับมาตรฐาน UL, FCC, CE
3. เครื่องอ่าน (Reader) มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้
    - สามารถอ่านบัตรหรือสแกนลายนิ้วมือ เพื่อปลดล็อคได้
    - มี LED และเสียงเพื่อบอกสถานการณ์ทำงานของเครื่องอ่าน
4. ล็อคไฟฟ้า (ชนิดของอุปกรณ์เป็นไปตามระบุในแบบ)

    4.1 แบบแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Lock)

- เป็นแบบแม่เหล็กไฟฟ้าขนาด 600 lbs.
- สามารถใช้กับแรงดันไฟฟ้า 12 VDC หรือ 24 VDC

4.2 แบบกลอนไฟฟ้า (Drop Bolt)

- เป็นแบบไม่ทำงานเมื่อตัดกระแสไฟฟ้าแล้ว
- ใช้กับแรงดันไฟฟ้า 12 VDC

5. สวิทช์ปุ่มกดสำหรับเปิดประตู
   - ทำจากวัสดุที่แข็งแรงทนทานเช่น Stainless Steel
   - มีเครื่องหมายหรือตัวอักษรแสดงถึงการใช้งานสำหรับเปิด-ปิดประตู
6. Emergency Break Glass
   - สามารถเลือกได้ว่าจะติดตั้งแบบลอยหรือฝังในผนัง
   - มีสีหรือสัญลักษณ์ที่แตกต่างจาก BREAK GLASS ของระบบ FIRE ALARM (ถ้ามี)
7. Buzzer Alarm
   - ทำงานที่แรงดันไฟ 12 VDC
   - ผลิตจากวัสดุ ABS
8. อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย (Network Switch)จะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้
   - เป็นอุปกรณ์ Switch ที่มีพอร์ตชนิด 10/100/1000 จำนวนไม่น้อยกว่า 24พอร์ต
   - Switching Capacity ไม่น้อยกว่า10 Gbps
   - Forwarding Rate ไม่น้อยกว่า10Mpps
   - สามารถปรับตั้งค่าการทำงานด้วย Browser

22.3 การติดตั้ง

15.3.1 ให้ติดตั้งระบบควบคุมการเข้า-ออกอาคารตามที่แสดงไว้ในแบบ แต่อาจมีการ เปลี่ยนแปลงได้เพื่อความเหมาะสมทั้งทางเทคนิคและสถาปัตยกรรม ให้ผู้รับจ้างขออนุมัติ ตำแหน่งติดตั้งอีกครั้งก่อนติดตั้ง

15.3.2 การติดตั้งอื่นๆ ที่ไม่ได้ระบุไว้ ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์นั้นๆ โดยไม่สามารถคิดเป็นงานเพิ่มได้

22.4 การทดสอบ

ให้ทดสอบการทำงานของระบบฯ ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตและตามที่ผู้ว่าจ้าง เห็นสมควร โดยมีผู้แทนของผู้ว่าจ้างเข้าร่วมการทดสอบด้วย

22.5 การประสานงาน

การปรับแต่งภายหลังการติดตั้ง ก่อนส่งมอบงาน ผู้รับจ้างจะต้องปรับแต่งอุปกรณ์ระบบให้ใช้งานได้ตามการใช้งานปกติของอุปกรณ์

22.6 การรับประกัน

ผู้รับจ้างจะต้องประกันผลงานในระยะเวลา 2 ปี จากวันที่ผู้ว่าจ้างตรวจรับงานแล้ว ในระหว่างระยะเวลาประกัน หากมีการชำรุดเสียหายอันเนื่องมาจากการออกแบบหรือการติดตั้งบกพร่อง หรือจากการใช้งานเครื่องจักรอุปกรณ์ตามปกติ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบ และเร่งดำเนินการแก้ไขให้ใช้การได้ดี โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ เพิ่ม

หมวดที่ 23 ระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า

23.1 ความต้องการทั่วไป

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคารในโครงการนี้ให้ใช้ระบบดั้งเดิม (CONVENTIONAL SYSTEM) โดยอุปกรณ์และการติดตั้งระบบต้องเป็นไปตามรายละเอียด ตามที่ระบุในแบบ ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานอ้างอิงดังต่อไปนี้.-

23.1.1 ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า "หมวด 7 การติดตั้งสายล่อฟ้า"

23.1.2 มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าสำนักงานพลังงานแห่งชาติ "TSES 12-1980 มาตรฐานระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคาร และสิ่งปลูกสร้างประกอบอาคาร"

23.1.3 NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA) NO.78

23.1.4 BRITISH STANDARD INSTITUTION (BS6651 : 1985)

23.1.5 มาตรฐาน วสท.

23.2 วัสดุอุปกรณ์และการติดตั้ง

23.2.1 หลักสายดิน (GROUND ROD) ให้ใช้ COPPER CLAD STEEL GROUND ROD ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 5/8 นิ้ว ยาว 10 ฟุต จำนวนตั้งแต่ 3 ต้นขึ้นไปจนกว่าจะได้ค่าความต้านทานของการต่อลงดินไม่เกิน 5 โอห์ม ในแต่ละจุด

23.2.2 ตัวนำลงดิน (DOWN CONDUCTOR) ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้สายตัวนำทองแดง ขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตารางมิลลิเมตร เป็นตัวนำลงดินในแต่ละจุดที่กำหนด

23.2.3 ตัวนำบนหลังคา (ROOF CONDUCTOR) ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ตัวนำบนหลังคา ซึ่งเป็นตัวนำสำหรับเชื่อมต่อหลักสายล่อฟ้าให้ต่อเนื่องกันทางไฟฟ้าถึงกันทั้งหมด เป็นตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตารางมิลลิเมตร ในกรณีที่ตัวนำบนหลังคาเป็นชนิด TAPE ให้เป็น ANNEALED BARE COPPER TAPE ขนาด 25 x 3 mm.

23.2.4 หลักล่อฟ้า (AIR TERMINAL) โดยทั่วไปให้ใช้หลักล่อฟ้าเป็นแท่งทองแดง (SOLID COPPER) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 3/4 นิ้ว ยาว 2 ฟุต ติดตั้งที่สูงสุดของอาคาร หรือตามที่ระบุในแบบ

23.2.5 ตัวนำช่วยกระจายประจุไฟฟ้า เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างตัวนำลงดินแต่ละแนวให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า โดยปกติใช้ตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตารางมิลลิเมตร ตามแนวและระดับที่กำหนดในแบบ

23.2.6 การเชื่อม (WELDING) การเชื่อมต่อโลหะ ให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า มีวิธีการต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะ และสภาพของงาน โดยการเชื่อมต่อระหว่างตัวนำทองแดงกับตัวนำทองแดง หรือตัวนำทองแดงกับเหล็ก ให้เชื่อมด้วยวิธี EXOTHERMIC WELDING เว้นแต่ในกรณีจำเป็น อาจจะใช้วิธีอื่น แต่ต้องได้รับอนุมัติจากผู้ออกแบบ หรือผู้ควบคุมงาน

23.3 **การติดตั้ง**

ตัวนำลงดินควรเดินห่างจากท่อสาย และอุปกรณ์ไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 1.80 เมตร ส่วนการติดตั้งโดยทั่วไป ให้เป็นไปตามมาตรฐานที่อ้างอิงข้างต้น โดยต้องบันทึกการวัดค่าความต้านทานของการต่อลงดินทุกจุดเสนอต่อผู้คุมงานเพื่อพิจารณา

โดยที่ความต้านทานของหลักดินนั้นต้องไม่เกิน 5 โอห์ม

23.4 **การทดสอบ**

ต้องทำการทดสอบ เพื่อพิสูจน์ว่าระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่ามีความสมบูรณ์ถูกต้องโดยจะต้องทดสอบว่าหลักล่อฟ้าทุกหลักมีการต่อลงดินที่ดี ถูกต้องตามมาตรฐานและข้อกำหนดที่อ้างถึงและวิธีการทดสอบให้ปฏิบัติตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน และจัดทำรายงานผลการทดสอบส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง

23.5 **การรับประกัน**

ผู้รับจ้างจะต้องประกันผลงานในระยะเวลา 2 ปี จากวันที่ผู้ว่าจ้างตรวจรับงานแล้ว ในระหว่าง ระยะเวลาประกัน หากมีการชำรุดเสียหายอันเนื่องมาจากการออกแบบหรือการติดตั้งบกพร่อง หรือจากการใช้งานอุปกรณ์ตามปกติ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบและเร่งดำเนินการแก้ไขให้ใช้การได้ดี โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ เพิ่ม

หมวดที่ 24 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน Surge (Surge arrester Protection)

24.1ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน Surge (Surge Arrester Protection) ซึ่งได้ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ โดยต้องติดตั้งให้เหมาะสมทั้งจำนวน และตำแหน่งตามแบบเพื่อป้องกันอุปกรณ์จ่ายกำลังไฟฟ้า อุปกรณ์สื่อสาร, ระบบคอมพิวเตอร์, อุปกรณ์ CCTV, อุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์ และอุปกรณ์สื่อต่างๆ โดยที่อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน Surge และการติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC, VDE, IEEE, UL, CSA หรือ วสท.

Surge Arrester สำหรับระบบ Power Supply เพื่อป้องกันความเสียหายกับระบบ Power supply อันเนื่องมาจาก Lightning และ Switching Surge จะต้องติดตั้งเป็น Class ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

24.2 วัสดุอุปกรณ์และการติดตั้ง

24.2.1 Combine Lightning Current and Surge Arrester Class I

เป็น Primary Arrester ถูกทดสอบด้วย Lightning impulse current 10/350 μs เพื่อ Discharge high Current มีย่านการป้องกันฟ้าผ่า LPZ 0A-2 ติดตั้งอยู่ที่ตู้ MDB, EMDB ณ. ตำแหน่งของสายประธาน (main feeder) เข้ามาในอาคารและต่อแบบขนานทางไฟฟ้า รายละเอียดทางด้านเทคนิคมีดังต่อไปนี้

- Nominal ac voltage UN	230/400 Volt
- Max.continuous ac voltage U_C	264 V
- Lightning impulse current (10/350 μs) I_{imp}	50 kA
- Nominal Discharge current (8/20 μs)	50 kA
- Voltage protection level	$\leq$ 2.5 kV
- Follow current exitinguishing capability ac I_{fi}	50 kA_{rms}
- Response time	$\leq$ 100 ns
- TOV voltage	415 V min 5 s.(Withstand mode)
- Operating Status/Fault indication	green / red
- Type	Plug-in Module with base

<u>การติดตั้ง</u> ขนานกับระบบไฟฟ้าแบบ TNC System ที่ตู้ MDB หรือ MCCB และให้มี Backup Fuse โดยชนิดและขนาดเป็นไปตามผู้ผลิตแนะนำ

24.2.2 Over Voltage Arrester Class II

เป็น Secondary arrester ถูกทดสอบด้วย Discharge current 8/20 μs ตัว Arrester ต้องมี fault indicator แสดงผ่านช่องกระจกใสและ remote alarm contact เพื่อแสดงให้เห็นในกรณีที่ Arrester ไม่สามารถใช้งานได้ โดยติดตั้งสำหรับตู้ Load Center และต่อแบบขนานทางไฟฟ้า รายละเอียดทางด้านเทคนิคดังต่อไปนี้

- Nominal ac voltage	230/400 Volt
- Max.continuous ac voltage U_C	275 V

- Maximum discharge current (8/20 μs) 40 kA
- Voltage protection level at 5Ka U_p ≤ 1 kV
- Response time ≤ 25 ns
- Short circuit withstand capability at max. 20 kA_{rms}
- TOV voltage 335 V / 5 sec.
- Fault indication Red Defect
- Type Plug-in Module with base
- Remote Signal contact Changeover contact

<u>การติดตั้ง</u> ขนานกับระบบไฟฟ้าแบบ TNS System ที่ตู้ DB หรือ MCB โดยชนิดและขนาดเป็นไปตามผู้ผลิตแนะนำ

24.2.3 Over voltage arrester class III

เป็น Secondary Arrester ที่ต่อหลังจาก Arrester Class II ถูกทดสอบด้วย Discharge current 1.2/50 μs และ 8/20 μs ตำแหน่งการติดตั้งใกล้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สุด เช่น PLC, RTU, ระบบคอมพิวเตอร์ ระบบกล้อง CCTV, ระบบ Paging Controller และระบบสื่อต่างๆบางครั้งอาจต้องเพิ่ม Filter เพื่อลดการรบกวนจาก High frequency disturbance voltage โดยมีรายละเอียดทางเทคนิคดังต่อไปนี้

- Nominal voltage 230 Vac
- Nominal load current 25 A
- Nominal discharge current (8/20μs) 3 kA
- Voltage protection level ≤ 1.35 kV
- Response time ≤ 25 ns
- TOV voltage 440 VAC / 5 sec.
- Operating Status/Fault indication green / red
- Type Plug-in Module with base
- Remote Signal contact

<u>การติดตั้ง</u> ต่ออนุกรมกับระบบไฟฟ้าแบบ TN System ที่ตู้ DB และ EDB และให้มี Backup Fuse โดยชนิดและขนาดเป็นไปตามผู้ผลิตแนะนำ

24.2.4 Surge arrester (Information Technology Systems)

สำหรับสายสื่อสารข้อมูล (Information Technology Systems) เพื่อป้องกันความเสียหายกับระบบสื่อสารข้อมูลอันเนื่องมาจาก Lightning และ Switching Surge จะต้องแบ่งตามลักษณะของประเภทสัญญาณและอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

Surge Arrester สำหรับป้องกันอุปกรณ์ Modem โดยต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกัน Surge ที่สายสัญญาณเชื่อมต่อกับ Modem รายละเอียดทางด้านเทคนิคมีดังต่อไปนี้

- Nominal voltage : 200 V
- Nominal current : 150 mA
- Nominal discharge current (8/20μs) : 2.5 kA
- Voltage protection level : ≤ 250 V
- Connection input/output : RJ 45/ RJ 45 (compatible with RJ 12)
- Test standards : IEC 61643-21

24.2.5 Surge Arrester (Ethernet Hub และ Server)

สำหรับป้องกันอุปกรณ์ Ethernet Hub และ Server โดยจะต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกัน Surge ที่สายสัญญาณเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ระหว่าง Server กับ Ethernet Hub รายละเอียดทางด้านเทคนิคมีดังต่อไปนี้

- Nominal voltage : 48 V
- Nominal current : 200 mA
- Nominal discharge current (8/20) : 2.5 kA
- Voltage protection level : ≤ 145 V
- Connection input/output : RJ 45/ RJ 45
- Test standards : IEC 61643-21

24.2.6 Surge Arrester (Communication Interface Module)

สำหรับ Communication Interface Module remote I/O& Data Communication ต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกัน Surge ที่สายสัญญาณเชื่อมต่อกับอุปกรณ์รายละเอียดทางด้านเทคนิคมีดังต่อไปนี้

- Nominal voltage : 24 V
- Nominal current : 1 A
- Lightning impulse current (10/350μs) : 2.5 kA
- Nominal discharge current (8/20μs) : 20 kA
- Voltage protection level : ≤ 35 V
- Design features : plug-in surge protection modules with base
- Test standards : IEC 61643-21

24.2.7 Surge Arrester (Terminal Block)

สำหรับป้องกันอุปกรณ์ส่งสัญญาณต่างๆ ของ Divertion Down, Navigation Lock และอุปกรณ์ส่งสัญญาณตามสถานีต่างๆ โดยติดตั้งอุปกรณ์ป้องกัน Surge ที่สายสัญญาณ Input ที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ใน Local Control Cubicle รายละเอียดทางด้านเทคนิคมีดังต่อไปนี้

- Nominal voltage : 24 V
- Nominal current : 10 A
- Nominal discharge current (8/20) : 300 A
- Voltage protection level : ≤ 38 V.
- Installation : DIN-rail 35 mm.
- Test standards : IEC 61643-21

24.2.8 Surge Arrester

สำหรับป้องกันระบบ CCTV โดยติดตั้งอุปกรณ์ป้องกัน Surge ที่สายสัญญาณที่เชื่อมต่อกล้อง CCTV กับ Controller รายละเอียดทางเทคนิคมีดังต่อไปนี้

- Nominal voltage : 5 V
- Nominal discharge current (8/20μs) : 2.5 kA
- Voltage protection level : ≤ 25 V
- Voltage protection level : ≤ 13 V
- Bandwidth : 300 MHz
- Connection : BNC

- Test standards : IEC 61643-21

24.2.9 Impulse Meter (ถ้ามี)

อุปกรณ์นับฟ้าผ่าแบบ LCD Display พร้อม LED บอกสถานะการทำงาน ใช้ติดตั้งที่สายกราวด์ของอุปกรณ์เสิร์จ ที่ตู้ Main Distribution Board (MDB)

Technical Specification

Response wave for impulse currents (rise time $\geq 8\mu s$)	> 1 kA
Sequence of impulse	> 1 s
LCD indicator	electronic meter 0...99
Supply	Battery 9 V, IEC 6LR61 included in Delivery, exchangeable, service life > 1 Year
Battery load control	button and LED situated at device
Setting device	button at device for setting a meter reading
Resetting device	button at device for resetting the meter reading to 0
Operating Temperature Rang	- 10°c....+50°C
Mounting on	35 mm DIN rail acc. To EN 60715
Enclosure material: Meter	red thermoplastic, UL 94-V0
Enclosure material: Sensor	PA 6, grey colour
Dimension: Sensor	inner ϕ15 mm
Degree of protection	IP 20

การติดตั้ง ให้ติดตั้งที่สายกราวด์นของอุปกรณ์เสิร์จ ที่ตู้ MDB (Main distributions Board)

24.3 การรับประกัน

ผู้รับจ้างจะต้องประกันผลงานในระยะเวลา 2 ปี จากวันที่ผู้ว่าจ้างตรวจรับงานแล้ว ในระหว่าง ระยะเวลาประกัน หากมีการชำรุดเสียหายอันเนื่องมาจากการออกแบบหรือการติดตั้งบกพร่อง หรือจากการใช้งานอุปกรณ์ตามปกติ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบและเร่งดำเนินการแก้ไขให้ใช้การได้ดี โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ เพิ่ม

หมวดที่ 25 ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ

25.1 ความต้องการทั่วไป

1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและจัดทำรายละเอียด ติดตั้งและทดสอบเครื่องอุปกรณ์ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติและอื่นๆ ซึ่งติดตั้งทั้งภายนอกและภายในอาคารดังแสดงไว้ในแบบและข้อกำหนด เพื่อให้ใช้งานได้สมบูรณ์และถูกต้องตามความประสงค์ของโครงการ

1.2 ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติต้องติดต่อสื่อสารโดยใช้ Protocol แบบเปิด (Open Protocol) ได้แก่ BACnet เพื่อสั่งงานและตรวจสอบระบบดังนี้

- ระบบปรับบอากาศ ควบคุมและตรวจสอบการทำงานของระบบโดยเชื่อมต่อ VRF Central Control รวมถึงอุปกรณ์ตามที่ระบุในแบบ หรือที่จำเป็นเพื่อให้สามารถควบคุมระบบได้
- ระบบระบายอากาศ ควบคุมและตรวจสอบการทำงานของระบบ Ventilation รวมถึงอุปกรณ์ตามที่ระบุในแบบ หรือที่จำเป็นเพื่อให้สามารถควบคุมระบบได้
- ระบบไฟฟ้า ควบคุมและตรวจสอบการทำงานของ Lighting System บริเวณที่กำหนดในแบบ
- ระบบมิเตอร์ไฟฟ้า ตรวจสอบการทำงานและเก็บค่าพลังงานของมิเตอร์ไฟฟ้าในอาคาร ,จัดการข้อมูลที่บันทึก ให้สามารถแสดงในรูปกราฟหรือรูปแบบตามที่เจ้าของโครงการต้องการ รวมถึงเชื่อมต่อข้อมูลให้แสดงที่ Dash Board ที่โถงลิฟต์ ชั้น1 ได้ แบบ real time
- ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ตรวจสอบการทำงานและเก็บค่าพลังงานที่ระบบผลิตได้ นำไปแสดงที่ Dash Board ได้แบบ real time
- ระบบสุขาภิบาล ตรวจสอบสภาวะการทำงาน ของระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบปั๊มน้ำสุขาภิบาล
- ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ตรวจสอบการทำงาน เมื่อมีสัญญาณจากระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ระบบความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องต้องทำงานตามที่ระบุไว้
- ระบบเข้าออกอาคาร ตรวจสอบการทำงาน และบันทึกการเข้าออก รวมถึงตัดการทำงานของประตูเมื่อได้รับสัญญาณจากระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้
- ระบบลิฟต์ ตรวจสอบการทำงาน และสั่งลิฟต์หยุดที่ชั้น 1 เมื่อได้รับสัญญาณจากระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

1.3 การทำงานเชื่อมโยงกับระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในกรณีที่ติดต่อด้วย Low level interface (AI, AO, DI, DO,) และ High level (Protocol) การติดตั้งให้เป็นไปตามที่ระบุใน BAS point schedule

1.4 การปรับแต่งและทดสอบระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติเป็นไปตามผู้ผลิต

1.5 ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ รายละเอียดการติดตั้ง และตารางการควบคุมการทำงานของระบบ ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนดำเนินการ

1.6 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาบุคลากรที่มีความรู้และเชี่ยวชาญในระบบที่นำเสนอ พร้อมที่จะปฏิบัติงานตามขอบเขตที่กำหนด และต้องสามารถปฏิบัติตามกฎระเบียบของผู้ว่าจ้างได้อย่างรัดกุมโดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินของผู้ว่าจ้าง

25.2 รายละเอียดการเสนอราคา

2.1 ผู้เสนอราคาต้องเสนอราคา โดยชี้แจงรายละเอียดอุปกรณ์ลงใน Technical data และระบุบริษัทผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ทุกประเภท และประเทศผู้ผลิต

2.2 ผู้เสนอราคาต้องเสนอ catalog หรือ brochure ประกอบกับใบเสนอราคาในวันเสนอราคาและ Software Network Controller ,Direct Digital Controller ต้องเป็นยี่ห้อเดียวกัน สำหรับ Sensor อนุญาตให้ใช้ไม่เกินกว่า 3 ยี่ห้อเพื่อให้สะดวกแก่การสำรองอะไหล่ทดแทน

2.3 ผู้เสนอราคาจะต้อง จัดส่งรายละเอียดแสดงระบบการทำงานเป็นขั้นตอนของอุปกรณ์ แต่ละชนิดมีรายละเอียดการบำรุงรักษา

2.4 ผู้เสนอราคาจะต้องเสนอประเภท และจำนวนของอุปกรณ์ อะไหล่ (Spare parts) เครื่องมือ (Tool) และ เครื่องทดสอบที่จำเป็นตามข้อแนะนำของโรงงานผู้ผลิต

25.3 ลักษณะการทำงานของระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (System Conceptual)

ข้อความที่ระบุใน System Conceptual นี้เป็นข้อความสรุปความต้องการขั้นต่ำของระบบหากจะต้องเปลี่ยนแปลงรูปแบบของระบบ หรือเพิ่มเติมอุปกรณ์อื่นใด เพื่อให้เป็นไปตามรายละเอียดข้างล่างนี้ ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ออกแบบทราบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการ ซึ่งหากไม่มีการแจ้งให้ทราบ ให้ถือว่ารายละเอียดต่อไปนี้เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง โดยไม่อาจคิดค่าใช้จ่ายแก่ผู้ว่าจ้างได้

1) ความต้องการทั่วไป

- ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา วัสดุ อุปกรณ์ ต่างๆที่จำเป็นในระบบ BAS ซึ่งจะต้องประกอบไปด้วย Direct Digital Controller (DDC), Network controller, Sensor และ Workstation with Graphical User, Interface, (GUI) ที่สามารถแสดงผลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายอื่นๆโดยเครือข่าย LAN/WAN
- BAS มีหน้าที่รายงานผลและควบคุมตามที่จะระบุในรายละเอียดข้อกำหนดทางด้านเทคนิค
- การติดต่อสื่อสารในระดับ อุปกรณ์ DDC จะต้องเป็นระบบเปิด (Open Protocol) ANSI/ASHARE™ standard BACnet IP หรือ BACnet IP/MSTP เพื่อความสะดวกในการ Integrate กับ ระบบอื่นๆ
- Local Area Network (LAN) ในระบบ BAS จะต้องเป็นระบบ Ethernet ที่มีความเร็วไม่ต่ำกว่า 10/100 Mbps และ สนับสนุน BACnet, MOBUS, LONWORK, M-BUS, EIB/KNX, SNMP, และ HTML5 เพื่อความสะดวกในการติดต่อสื่อสาร กับ Controller และเครื่องคอมพิวเตอร์อื่นๆที่เชื่อมต่อกับระบบ โดยไม่ต้องเพิ่มอุปกรณ์เฉพาะที่เป็น Proprietary Gateway จากระบบอื่นๆ
- ชุด PC Workstation ประกอบด้วย CPU, Monitor, Keyboard, Disk-drive และ Printer ติดตั้งอยู่ที่ Control room และให้มี Portable Operator's Terminal ใช้ติดต่อกับ DDC และ NC ต่างๆได้
- การแสดงผลบนจอภาพและเครื่องพิมพ์ สามารถแสดงได้ทั้งรูปแบบของกราฟฟิกและข้อความ
- การรับรู้สถานการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้น เมื่อมีการแจ้ง Alarm ให้กระทำผ่าน Keyboard ได้
- ระบบจะยินยอมให้ ผู้ควบคมระบบสามารถเปลี่ยนแปลงสูตรคำนวณต่างๆ ได้จาก PC Workstation ตามสิทธิ์ที่กำหนดไว้เท่านั้น

- การเก็บข้อมูลต่างๆ จะต้องถูกจัดเก็บในรูปแบบมาตรฐาน หรือ Structure Query Language (SQL)

2) OPERATOR PRIVILEGE

ระบบจะต้องแยกระดับความสำคัญ, ขอบเขตการเข้าถึงระบบในระดับต่างๆกันดังนี้

- ระบบเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใดบ้างที่อนุญาตให้สามารถเรียกสั่งงานและแก้ไขระบบได้
- แบ่งแยกระดับของผู้ควบคุมเพื่อระบุขอบเขตของอุปกรณ์ที่สามารถสั่งงานและตรวจสอบรายงานได้
- Function ต่างๆของระบบที่ผู้ควบคุมสามารถสั่งงานได้
- แก้ไขระดับของผู้ควบคุม หรือยกเลิกได้

3) MONITORING SYSTEM

การแสดงผลและรายงานของ BAS จะต้องแสดงรายละเอียดดังนี้

- สถานะและอุปกรณ์ต่างๆ
- แสดงชนิด, ประเภทของปัญหาขัดข้องที่เกิดขึ้นขณะ Alarm
- แสดงเหตุการณ์ของตำแหน่งโดยละเอียด เป็นตัวอักษร (แสดงห้อง, พิกัดตำแหน่ง) หรือ รูปภาพแผนภูมิ ตามที่ระบุในแต่ละระบบ ขณะที่เกิด Alarm
- แนะนำ ขั้นตอน วิธีปฏิบัติเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

- GENERAL AIR CONDITIONING UNITS
- FCU. AHU. Split-type ทุกตัว ต้องถูกควบคุมหรือตรวจสอบสถานะโดย BAS.
- การปรับตั้งค่าอุณหภูมิ Set Point ของเครื่อง FCU.,AHU., (ส่วนกลาง) ให้ทำได้ที่ Keyboard ของ Workstation
- BAS, สามารถสั่งเปิด/ปิดอุปกรณ์ตามตางเวลา (Time Schedule)
- ในบางห้องเช่นห้องประชุม ให้ติดตั้งอุปกรณ์ Manual On/Off และWall module เพื่อคำสั่งจากระบบ BAS หรือแบบ Stand alone

- EXHAUST AND VENTILATION SYSTEM

- BAS ,ทำหน้าที่แสดงสถานะเปิด/ปิด และ Alarm

- SYSTEM OPERATION

- ACKNOWLEDGABLE EVENTS

- เมื่อมีการรับรู้ Alarm แล้วสิ่งที่ BAS จะต้องรายงานและเก็บบันทึกให้ ทราบคือ

- ชนิดของเหตุการณ์
- ตำแหน่งเหตุการณ์
- บันทึกชื่อของ User ที่รับทราบเหตุการณ์

- HISTORICAL ARCHIVES

ข้อมูลที่บันทึกไว้ของ BAS จะต้องจัดทำให้ทั้งแบบที่เรียกได้จาก PC (เก็บใน HARDDISK) และทั้งแบบที่เป็นเอกสารโดย (Printer) ถ้าต้องการและ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นก่อน ต้องมีระดับความสำคัญที่จะต้องยังแสดงบนจอภาพก่อนเสมอ

4) รายการอุปกรณ์ระบบ BAS

1) Operator Workstation

2) Network Controller (NC)

3) Direct Digital Controller (DDC)

4) BAS Software

5) Facility Management Software

6) Sensor and Transmitters

7) สายสัญญาณที่ใช้ติดต่อ สื่อสาร ระหว่าง DDC และ NC

8) สายสัญญาณจาก เซนเซอร์ต่างๆ

9) อุปกรณ์ในการติดตั้งอื่นๆเช่น ท่อ, สายไฟ, ตู้คอนโทรล

5) คุณลักษณะทางด้านเทคนิค

5.1) เครื่องคอมพิวเตอร์ควบคุมกำหนดให้มี 1 เครื่อง

5.1.1) เป็นเครื่อง Server เพื่อใช้ สั่งงาน, แสดงผล, เก็บค่าที่ Control room ต้องมีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้

1) CPU : Intel Core i7 or Xeon ความเร็ว 3.0 ขึ้นไป

2) HDD : 500GB x3 or better Raid 5

3) RAM : DDR3 1600MHz, 8GB

4) VGA : 1GB

5) DVD-Writer : 1 Set

6) Port : 4 x USB, 2 x LAN

7) Keyboard, Mouse

8) Monitor : 22 inches LCD

9) Software : Microsoft Windows® Server 2012 64 bit, or late

5.2) NETWORK CONTROLLER (NC)

Network Controller (NC) มีหน้าที่เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อระหว่าง Ethernet LAN ของ PC กับ Field Device (DDC) เพื่อให้ ผู้ใช้สามารถที่จะควบคุมอุปกรณ์ BAS ผ่านทางคอมพิวเตอร์ได้ โดยมีข้อกำหนดดังนี้

1) มีความเร็วในการประมวลผลไม่น้อยกว่า 1 Ghz

2) มีหน่วยความจำในการประมวลผลภายในตัวเอง ไม่น้อยกว่า 1GB SDRAM

3) มีพอร์ตต่อเชื่อมกับ Ethernet LAN อย่างน้อย 2 ports เพื่อทำ redundancy backup ข้อมูลระหว่างกันได้

4) มีพอร์ตต่อเชื่อมกับ BACnet MSTP ไม่น้อยกว่า 2 ports และขยายได้ไม่น้อยกว่า 4 Ports

5) สามารถติดต่อกับคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นๆได้โดยตรงผ่านทาง Ethernet LAN และ WIFI

6) สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ DDC ได้โดยผ่าน BACnet หรือ Modbus หรือ M-Bus ได้ไม่น้อยกว่า 200 ตัว

7) มี Flash memoryไม่น้อยกว่า 4GB สำหรับเก็บโปรแกรมและเพื่อป้องกันข้อมูลหายในกรณีที่ไฟฟ้าดับเป็นเวลานาน

8) มีฟังก์ชั่นเกี่ยวกับ ปฏิทินและการตั้งเวลา โดยมี Real-Time Clock

9) มี Port USB และ RS-232 สำหรับการถ่ายโอนข้อมูลในกรณีเร่งด่วน

10) สามารถสนับสนุนการใช้งานแบบ HTTP อย่างน้อย HTTP5 เพื่อความปลอดภัยของการเข้าถึงข้อมูล

11) รองรับ BACnet IP/MSTP, MODBUS RTU/TCP, LONIP, SNMP,M-BUS และ KNX ภายในตัวเอง โดยไม่ต้องซื้อ license protocol เพิ่มเติม

12) มีระบบป้องกันการเข้าถึง โดยใช้ Password

13) ได้รับการรับรองมาตรฐาน UL-916 Energy management systems

14) ได้รับมาตรฐาน CE,UL, FCC เป็นอย่างน้อย

5.3) IP DIRECT DIGITAL CONTROLLER (DDC)

DDC จะต้องสื่อสารกันผ่าน IP BACnet protocol สามารถรับค่าและสั่งงานได้ของทุก Point ที่จำเป็นในการควบคุม โดย DDC 1ชุดจะต้องสามารถควบคุม AHU, FCU หรือ ระบบ HVAC อื่นๆ ได้อย่างน้อย 1 ตัวโดยมีข้อกำหนดดังนี้

1) ชุดชิพประมวลผลไม่ต่ำกว่า 32-bit microprocessor

2) มี Network Port ในการสื่อสารที่ความเร็ว 100 Mbps ไม่น้อยกว่า 2 port เพื่อสามารถทำ link สำรองของระบบสื่อสาร

3) หน่วยความจำภายในชุด DDC ไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 16 MB Flash Memory and 8 MB SDRAM

4) DDC ต้องสามารถรับค่า Input/output ได้ไม่น้อยกว่า 50 Point และขยายได้ไม่น้อยกว่า 50 points

5) ต้องสามารถประมวลผล สั่งงานได้ทั้งแบบ On/Off Control และระบบ Linear Control

6) DDC ต้องสามารถตั้ง Time schedule เพื่อควบคุมการปิดเปิด มี Real time Clock ในตัวเอง

7) ในกรณีที่ Network offline และ ไม่มีสัญญาณจาก NC และ PC อุปกรณ์ DDC ต้องสามารถรับค่า, ประมวลผล และ สั่งงานได้ด้วยตัวเอง (Stand Alone)

8) การติดต่อสื่อสารระหว่าง DDC ด้วยกันต้องเป็นแบบ IP ได้รับมาตรฐาน BTL standard

9) Protocol ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร ระหว่างDDCต้องเป็นแบบเปิด Bacnet Protocol

10) DDC ต้องมีการสื่อสารกับ NC ความเร็วไม่ต่ำกว่า 10/100 Mbps

11) ระบบสามารถออกแบบให้ DDC สามารถสื่อสารกับ Computer ได้โดยตรง ที่ความเร็วไม่ต่ำกว่า 10/100 Mbps โดยไม่ต้องใช้ Network Controller (NC)

12) อุปกรณ์เป็นลักษณะ Module วัสดุหุ้มด้วย ABS หรือ polycarbonate ป้องกันฝุ่นได้

13) สามารถทางานได้ในช่วงอุณหภูมิ 0°C ถึง 50°C

14) ได้รับมาตรฐาน CE,ULเป็นอย่างน้อย

5.4) BAS SOFTWARE

5.4.1 GRAPHICAL USER INTERFACE (GUI)

GUI Software จะต้องสามารถแสดงค่าและควบคุมระบบ BAS ทั้งหมดได้ซึ่งแต่ละจุดที่แสดงผลจะต้องมีชื่อและคาอธิบายชัดเจนเพื่อที่ผู้ใช้จะสามารถเข้าใจได้ง่ายโดยไม่จาเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจทางด้าน Hardware และตาแหน่งของตัวอุปกรณ์ที่ติดตั้ง

1) GUI ต้องสามารถทางานได้บนระบบปฏิบัติการ Windows โครงสร้างเป็น web base application ผ่าน HTML5 หรือดีกว่า

2) GUI ต้องถูกออกแบบมาให้ใช้งานง่ายเช่นควรจะมี tree view, Menu-pull down และ Toolbars เพื่อสะดวกในการค้นหาแต่ละชั้นและภาพรวมทั้งอาคาร และการเข้าถึงอุปกรณ์ต่างๆ

3) GUI ต้องแสดงผลเป็นแบบ Real-Time Display โดยไม่จาเป็นต้องคลิก Update/Refresh เพื่อใช้งาน

4) รูปภาพที่นามาใช้ในการแสดงผลต้องเป็นชนิด JPG หรือ 3D เพื่อความสะดวกในการแก้ไขและมี Graphics สาเร็จรูปในตัวโปรแกรมเองให้เลือกใช้เพื่อง่ายต่อการเปลี่ยนแปลงรูปภายหลัง

5) การเข้าสู่ระบบจะต้องสามารถเข้าได้จากทุกๆ Computer ที่อยู่บนLan/wan เดียวกันกับ PC Workstation โดยจะต้องมี Username และ Password เพื่อจากัดระดับการใช้งาน

6) รองรับการเข้าใช้งาน Clients ผ่าน Web Browser ได้ไม่จากัด

7) ระบบปฏิบัติการของ BAS Software สามารถรองรับ Protocol BACnet® IP, MODBUS® TCP, oBIX, SNMP, LONWORKS® , KNX/EIB และ OPC เป็นอย่างน้อย

8) รองรับ Mobile Application ในการควบคุมและใช้งาน

5.4.2 PROGRAM DESCRIPTION

ความต้องการขั้นต่าที่ระบบ BAS Software ต้องทาได้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

DL: DEMAND LIMITING

เป็นการเก็บค่าการใช้พลังงานขณะนั้นๆและประมาณการในช่วงต่อไปถ้าหากค่าประมาณการมีค่าสูงกว่าที่กาหนดจะมีคาสั่งปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่มีความจาเป็นใช้ณขณะนั้นเช่น Pump น้าหรืออุปรกณ์บางตัวที่ไม่จาเป็นในเวลานั้น

TP: TIME PROGRAM

เปิด-ปิดอุปกรณ์ภายในอาคารตามช่วงเวลาที่กาหนดให้โดยให้สามารถกาหนดรายละเอียดในแต่ละวันของสัปดาห์ใน 1 ปี

RT: RUN TIME TOTALIZED

เป็นการบันทึกชั่วโมง การทำงานของอุปกรณ์ที่กำหนด เพื่อปรโยชน์ในการจัดการบำรุงรักษา และบันทึกชั่วโมงทำงานในช่วงเวลาที่กำหนด

AL: ANALOG ALARM LIMIT

เป็นการรับข้อมูลจากอุปกรณ์รบสัญญาณ ANALOG และเมื่อค่าดังกล่าว มีค่าสูงกว่าที่กำหนดให้แจ้งสัญญาณ ALARM แก่ผู้ปฏิบัติตามระดับความสำคัญที่โปรแกรมไว้

GM: GRAPHIC MORNITORING

แสดงเหตุการณ์และจุดเกิดเหตุการณ์ต่างๆในรูปแบบภาพ บนจอภาพและสามารถเพิ่มเติมและแก้ไขเองได้โดยผู้ใช้

AR: ALARM REPORT

เมื่ออุปกรณ์ต่างๆส่งสัญญาณ ALARM แก่ระบบให้จัดการแจ้งเหตุไปยังอุปกรณ์ที่กำหนดเช่นเครื่องพิมพ์ ลำโพง หรือดวงไฟฉุกเฉิน รวมถึงบันทึกเหตุการณ์, ตำแหน่งเกิดเหตุ รวมถึงชื่อผูปฏิบัติงานลงในรายงานด้วย

5.5) SENSORS AND TRANSMITTERS

ผู้รับจ้างต้องจัดหาอุปกรณ์ Sensor, Transmitters และ Relay ทั้งหมดที่จำเป็นต้องใช้ในโครงการ รวมทั้งวัสดุอื่นๆ เช่น ท่อ, สายไฟ, ตู้ โดยมีข้อกำหนดดังนี้

5.5.1 Room & Duct Temperature Sensors

- อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิต้องเป็นแบบ Thermistors หรือ Transmitter 0-10V และมีความละเอียดไม่น้อยกว่า ±0.9F° (±0.5C°) หรือ 0.5 % มีย่านการวัดอยู่ที่ 32 to 158F° (0 to 60 C°) มีมาตรฐาน CE เป็นอย่างน้อย

5.5.2 Duct & Room Humidity Sensors

- อุปกรณ์ตรวจวัดความชื้นต้องมีความละเอียดไม่น้อยกว่า +/- 3% มีย่านการวัดอยู่ที่10 to 95% RH มีมาตรฐาน CE เป็นอย่างน้อย

5.5.3 Duct & Room Pressure Sensors

- อุปกรณ์ตรวจวัดความความดันต้องสามารถอ่านวัดค่าอยู่ในช่วง 0 to 7000 Paและมีความละเอียดไม่น้อยกว่า ±1,5% +1 Pa ใช้เวลาในการตอบสนองในการวัดต้องไม่มากกว่า 4 วินาที ตัวตรวจวัดต้องเป็นแบบ non-aggressive gases พร้อมทั้งมีหน้าจอแสดงผล มีมาตรฐาน CE เป็นอย่างน้อย

5.5.4 Room & Duct CO2 transmitter

อุปกรณ์ตรวจวัดต้องเป็นแบบ Microprocessor ไม่ต้องมีการบำรุงรักษาตัวตรวจวัด (sensor Maintenance-free) อุปกรณ์ตรวจจับเป็นชนิด NDIR มีย่านการวัดอยู่ที่ 0-2000 ppm มีความ

แม่นยำไม่น้อยกว่า ±50 ppm ± 4% (25°C / 1013 mbar) พร้อมทั้งมีหน้าจอแสดงผล มีมาตรฐาน CE เป็นอย่างน้อย

5.5.5 Room & Duct CO2 & Temp & Humidity transmitter

อุปกรณ์ตรวจวัดต้องเป็นแบบ Microprocessor ไม่ต้องมีการบำรุงรักษาตัวตรวจวัด (Maintenance-free) อุปกรณ์ตรวจจับเป็นชนิด NDIR มีย่านการวัดอยู่ที่ 0-2000 ppm มีความแม่นยำไม่น้อยกว่า ±50 ppm ± 4% (25°C / 1013 mbar) และสามารถวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นในตัวพร้อมทั้งมีหน้าจอแสดงผลในตัวเดียวกันเพื่อประหยัดพื้นที่ในการติดตั้ง มีมาตรฐาน CE เป็นอย่างน้อย

5.6) TRANSMISSION CABLE

5.6.1 สายเคเบิ้ลที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง คอมพิวเตอร์, NC และ HUB ควรจะใช้สายชนิด UTP-8 wire, category 5 ยกเว้นในกรณีที่กำหนดในแบบให้เป็นสายประเภท Fiber optic

5.6.2 สายเคเบิ้ลที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง NC ไปยัง DDC ควรจะใช้สายชนิด Twisted pair with shield ขนาดไม่เล็กกว่า 22 AWG

5.6.3 สายเคเบิ้ลที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง DDC ไปยัง Sensor/Actuator ควรจะใช้สายชนิด Twisted pair with shield ขนาด ไม่เล็กกว่า 18 AWG

5.6.4 สายเคเบิ้ลที่ใช้เชื่อมระหว่าง DDC ไปยัง Relay/Voltage Free Contact ควรจะใช้สายขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 Sq.mm.

หมวดที่ 26 ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

1. วัตถุประสงค์

ติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา (Solar Rooftop) พร้อมทั้งระบบบันทึกข้อมูลและแสดงผลการผลิตไฟฟ้าจากระบบฯ ขนาดไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบ โดยไฟฟ้าที่ผลิตได้จะเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าของอาคารและระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้า

ผู้รับจ้างจะต้อง สำรวจ ออกแบบระบบพร้อมจัดหาวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ และติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ ทั้งหมดเอง เพื่อดำเนินการให้บรรจุวัตถุประสงค์ตามข้อกำหนด

2. มาตรฐานอ้างอิง

หากไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นของข้อกำหนดนี้ วัสดุอุปกรณ์ที่เสนอนั้นต้องผลิตและทดสอบ ตามมาตรฐานที่ปรับปรุงครั้งล่าสุด ต่อไปนี้ (ยกเว้นสำหรับกรณีที่มาตรฐานไม่ระบุหรือไม่ครอบคลุมถึงอุปกรณ์ที่เสนอ)

- มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)
- International Electrotechnical Commission (IEC)
- Underwriters Laboratories (UL)
- American National Standard Institute (ANSI)
- Institute of Electrical and Electronic Engineering (IEE)
- The National Electric Code (NEC)
- British Standard specification (BS)
- American Society for Testing of Material (ASTM)
- National Electrical Manufacturer's Association (NEMA)
- Deutsche Industrienormen (DIN)
- Japanese industrial Standard (JIS)

3. ข้อกำหนดทั่วไป

3.1 ผู้รับจ้างจะต้องแนบรายละเอียดของรายการคำนวณ รายละเอียดการติดตั้งระบบพร้อมแนบ Shop drawing ในงานที่เกี่ยวข้อง และต้องมีการลงนามรับรองความถูกต้องโดยวิศวกรผู้ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมจากสภาวิศวกร (กว.) ระดับสามัญหรือสูงกว่า ในหัวข้อที่ 3.1.1 – 3.1.4 โดยในส่วนของวิศวกรไฟฟ้าเป็นพนักงานประจำของบริษัท ซึ่งหัวข้อที่ต้องมีรายการคำนวณ รายละเอียดการติดตั้งระบบและ Shop drawing ประกอบด้วย

3.1.1 รูปแบบและรายการคำนวณโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์

3.1.2 แบบแสดงรายละเอียดงานไฟฟ้าของระบบฯ พร้อมระบบ Grounding

3.1.3 รายการการคำนวณการสูญเสียในระบบทั้งฝั่ง DC และ AC โดยค่าแรงดันไฟฟ้าสูญเสียในสายด้าน DC ไม่เกินร้อยละ 3 ที่พิกัดจ่ายกระแสไฟฟ้าสูงสุด (Imp) ของชุดแผงเซลล์ ที่สภาวะ STC และ

แรงดันไฟฟ้าสูญเสียฝั่ง AC ไม่เกินร้อยละ 3 โดยเทียบกับค่าแรงดันไฟฟ้าด้าน Output ตามพิกัดที่ Utility Power Factor

3.1.4 ประเมินค่าพลังงานไฟฟ้าที่คาดว่าผลิตได้ เป็นรายชั่วโมง รายวัน รายเดือน และรายปี ค่าความสูญเสียต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระบบฯ โดยใช้โปรแกรมจำลองที่ถูกต้องตามลิขสิทธิ์ ที่เป็นที่ยอมรับในสากล

3.1.5 เอกสารแสดงการออกแบบด้านบังเงา (Shading Simulation)

3.1.6 Optimum Voltage Sizing สำหรับ Inverter ที่ระดับอุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แตกต่างกันดังนี้ ที่ 15 °C 30 °C 40 °C 50 °C และ 60 °C

3.1.7 รูปแบบระบบตรวจวัดและแสดงผลตาม IEC61714 พร้อมทั้งตัวอย่างการแสดงผล

นอกจากนี้ผู้รับจ้างจะต้องแนบแคตตาล็อคทุกรายการ คุณลักษณะเฉพาะ และรายละเอียดของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการติดตั้งระบบ:

3.2 แต่งตั้งตัวแทนซึ่งได้รับใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมสาขาโยธาและสาขาไฟฟ้ากำลัง ตามกฎหมายว่าด้วยวิศวกร และมีความรู้ความเข้าในงานที่เสนอเป็นอย่างดีและเป็นที่ยอมรับ เพื่อทำหน้าที่เป็นผู้ควบคุมงานติดต่อประสานงาน ดูแลการทำงานให้เป็นไปตามสัญญาตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน

4. คุณสมบัติด้านเทคนิค

ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา (Solar Rooftop) ประกอบด้วยชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้ากระแสตรงที่ติดตั้งบนหลังคา และจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงผ่านอินเวอร์เตอร์ชนิดเชื่อมต่อเข้ากับโครงการข่ายระบบไฟฟ้า (Grid Connected Inverter) เพื่อเปลี่ยนเป็นไฟฟ้าประจำอาคารที่ติดตั้ง พร้อมระบบป้องกัน และแบตเตอรี่สำรอง โดยมีระบบการตรวจวัด การคำนวณ การบันทึกและแสดงผลการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ต้องแสดงค่าพลังงานที่ระบบผลิตได้แบบ real time โดยแสดงที่ Dash Board บริเวณโถงลิฟต์ ชั้น 1

5. ข้อกำหนดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

5.1 ขนาดพิกัดกำลังผลิตไฟฟ้าติดตั้งสูงสุดด้านไฟฟ้ากระแสสลับรวม ขนาดไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ เมื่อทดสอบที่สภาวะ Standard Test Condition (STD) ที่ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ 1000/วัตต์/ตร.ม. ณ อุณภูมิแผงเซลล์ 25 องศาเซลเซียล Air Mass 1.5 โดยคำนวณจากผลการทดสอบกำลังผลิตไฟฟ้าค่าที่น้อยที่สุดของตัวอย่างแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่สุ่มทดสอบ

5.2 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (PV Module) ทุกชุดที่เสนอราคา จะต้องมีขนาดพิกัดผลิตไฟฟ้าสูงสุดที่เหมือนกันและมีเครื่องหมายการค้าและรุ่นเดียวกัน

5.3 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เสนอราคาต้องได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) จากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม หรือคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก. แล้วแต่กรณี โดยแนบหลักฐานดังกล่าวมาพร้อมใบเสนอราคาด้วย ดังต่อไปนี้

- กรณีแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เสนอราคาเป็นแบบผลึกซิลิคอน (Silicon) ต้องได้รับการรับรอง ตามมาตรฐาน มอก. 1843-2553

- กรณีแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เสนอราคาเป็นชนิดฟิล์มบาง (Thin Film) ต้องได้รับการรับรอง ตามมาตรฐาน มอก.2210-2555

- ต้องเป็นแผงเซลล์ที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน มอก. 2580-2555

5.4 คุณสมบัติทางไฟฟ้าเมื่อทดสอบที่สภาวะ Standard – Test Condition (STC) ดังนี้

- กำลังงานไฟฟ้า Pmax ไม่น้อยกว่า 360 วัตต์ต่อแผง
- ประสิทธิภาพของแผง ไม่น้อยกว่า 18.15%
- Output power tolerance ≥ +0%
- Maximum over current protection rating ไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของพิกัดกระแสลัดวงจร
- Junction box มีระดับการป้องกันไม่น้อยกว่า IP65
- PV Connector Cable type MC4 เทียบเท่าหรือดีกว่า

5.5 ด้านหลังของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ติดตั้งกล่องต่อสายไฟฟ้า (Junction Box) หรือขั้วต่อสาย (Terminal Box) ที่มีการปิดผนึกหรือมีฝาที่ปิดล็อคได้อย่างมั่นคง สามารถทนต่อสภาพอากาศและสภาวะแวดล้อมได้ดี และต้องมีวัสดุป้องกันการซึมของน้ำ ภายในกล่องต่อสายไฟต้องมีขั้วต่อสายไฟที่มั่นคงแข็งแรง ทนทานต่อสภาวะการใช้งานภายนอกอาคารได้และมีอายุการใช้งานเทียบเท่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์

5.6 ภายในแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะต้องมีการผนึกด้วยสารกันความชื้น Ethylene Vinyl Acetate (EVA) หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า ด้านหน้าแผงเซลล์ฯ ปิดทับด้วยกระจกใสชนิด Tempered Glass หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่าและทนต่อแสง UV

5.7 ต้องมี Integrated bypass diode ต่อวงจรอยู่ภายในกล่องต่อสายไฟ (Junction box) หรือขั้วต่อสาย (Terminal box) หรือติดตั้งอยู่ภายในแผงเซลล์ฯ โดยระบุข้อมูลใน Catalogue หรือมีเอกสารรับรองจากผู้ผลิตอย่างชัดเจน

5.8 กรอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องทำจากวัสดุที่ทำจากโลหะปลอดสนิม มีความคงทนแข็งแรงเหมาะสำหรับติดตั้งบนอาคาร/หลังคาอาคาร

5.9 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เสนอราคาจะต้องได้รับการรับรองคุรภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่น้อยกว่า 10 ปี และรับประกันกำลังการผลิตไฟฟ้าจะไม่น้อยกว่า 80 % ภายใน 25 ปี จากเจ้าของผลิตภัณฑ์ ให้ผู้ว่าจ้างแนบใบรับรองการรับประกันดังกล่าวมาพร้อมใบรับรองการรับประกันดังกล่าวมาพร้อมใบเสนอราคา หากไม่มีเอกสารดังกล่าวจะไม่ได้รับการพิจารณา

6. โครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์

(1) ผู้เสนอราคาต้องมีรูปแบบและรายการคำนวณพร้อมลงนามรับรองความถูกต้องโดยวิศกรผู้ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมจากสภาวิศวกร (กว.) ระดับสามัญหรือสูงกว่าที่มีความชำนาญงานมากับการเสนอราคาในครั้งนี้ด้วย

(2) วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งหมด รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบทั้งหมด เช่น Fitting hardware Bolt และ Nut ทำจาก Stainless steel grade 304 หรือ โลหะปอดสนิม หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า

ซึ่งเป็นวัสดุอุปกรณ์ที่ออกแบบสำหรับใช้กับการติดตั้งชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยเฉพาะและผลิตภัณฑ์สำเร็จจากโรงงานโดยจะต้องแนบ Catalogue มาพร้อมใบเสนอราคา

(3) ชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องออกแบบให้มีขนาดที่เหมาะสม มีความมั่นคง สามารถทนแรงลมปะทะไม่น้อยกว่าความเร็วสูงสุดของพายุโซนร้อน (Tropical storm) ตามประกาศของกรมอุตุนิยมวิทยาได้อย่างปลอดภัย หรือสามารถต้านทานแรงลมปะทะตามข้อกำหนดของเทศบัญญัติหรือตามระเบียบที่เกี่ยวข้องของหน่วยงานในพื้นที่ (ถ้ามี) และน้ำหนักของโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะต้องไม่สร้างความเสียหายต่อความแข็งแรงของโครงสร้างของหลังคาและอาคารที่ติดตั้ง โดยแนบรายการคำนวณออกแบบตามหลักวิศวกรรมศาสตร์ พร้อมวิศวกรลงนาม

(4) ชุดโครงสร้างรองรับแผงเซลล์ฯ สามารถถอดออกเป็นชิ้นส่วนย่อยๆ ประกอบได้อย่างสะดวก และวางมุมกับแนวระนาบเป็นมุมเอียงเมื่อติดตั้งชุดแผงเซลล์ฯ แล้วสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้สูงที่สุด และให้แนบผลการคำนวณเปรียบเทียบระหว่างมุมที่ติดตั้งกับกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้มาด้วย

(5) ชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องต่อสายดินตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 หรือฉบับล่าสุดหรือตามคำแนะนำของผู้ผลิต

(6) ในกรณีที่มีการรั่วซึมของหลังคาที่ติดตั้งผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขการรั่วซึมดังกล่าวให้เรียบร้อย โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นแต่เพียงผู้เดียว

ในการออกแบบชุดโครงสร้างรองรับ ชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องออกแบบให้มีโครงสร้างเพิ่มเติม โดยต้องจัดให้มีบันไดหรือทางขึ้น-ลง และทางเดินสำหรับผู้ปฏิบัติงานให้สามารถเข้าถึงเพื่อดำเนินการซ่อมแซมและบำรุงรักษาชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์แสงอาทิตย์บนหลังคาได้อย่างปลอดภัย โดยก่อนการติดตั้งต้องได้รับการอนุมัติและเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน

7. อินเวอร์เตอร์ชนิดต่อร่วมกับระบบไฟฟ้า (Grid Connected Inverter)

(1) เป็นอินเวอร์เตอร์ที่ผ่านการขึ้นทะเบียนตามประกาศของการไฟฟ้า

(2) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรอง การพิจารณาคุณสมบัติตามข้อกำหนดการเชื่อมต่อโครงข่ายไฟฟ้า ของการไฟฟ้า ของการไฟฟ้า ณ วันที่ยื่นข้อเสนอ

(3) อินเวอร์เตอร์ชนิด 3 Phase 4 Wire 400 V, 50 Hz ที่สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าต่อเนื่องขนาดพิกัดรวมไม่น้อยกว่ากำลังไฟฟ้าของระบบผลิตไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งของอาคาร

(4) มีหลอดไฟแสดงสถานะทำงานของอินเวอร์เตอร์ ได้แก่ สถานะการทำงานปกติ , สถานะการทำงานที่ผิดปกติ , สถานะการเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าในช่วงที่ไม่มีแสงอาทิตย์, สถานะการรอการเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้า

(5) มีจอแสดงผล LCD หรือมี USB หรือมี USB port หรือ Ethernet Lan Port สำหรับเชื่อมต่อข้อมูลของอินเวอร์เตอร์กับคอมพิวเตอร์โดยตรงที่ตัวเครื่องที่สามารถแสดงค่าต่างๆได้อย่างน้อยดังนี้

- ค่าแรงดันและกระแสของไฟฟ้ากระแสตรงแบบ Real time
- ค่าแรงดันและกระแสของไฟฟ้ากระแสสลับชั่วขณะแบบ Real time
- ค่าพลังงานที่ผลิตได้ในแต่ละวัน (Daily kWh)
- ค่าพลังงานรวมที่ผลิตได้ทั้งหมดตั้งแต่เริ่มต้นใช้งาน (Total kWh)

(6) มีศูนย์บริการอย่างเป็นทางการตั้งอยู่ในประเทศไทย พร้อมแนบเอกสารหลักฐาน

(7) สถานที่ติดตั้งตามอาคารที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์

(8) อินเวอร์เตอร์ที่เสนอราคาจะต้องได้รับประกันอายุการใช้งานอินเวอร์เตอร์ไม่น้อยกว่า 10 ปี ให้ผู้รับจ้างแนบใบรับรองการรับประกันดังกล่าวมาพร้อมใบเสนอราคา หากไม่มีเอกสารดังกล่าวจะไม่ได้รับการพิจารณา

8. อุปกรณ์ป้องกันและปลดวงจรระบบไฟฟ้า

(1) อุปกรณ์ปลดวงจรระบบไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับการดับเพลิง (PV Firefighter Safety Switch)

- ออกแบบสำหรับใช้กับไฟฟ้ากระแสตรงของระบบเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับการดับเพลิง (PV Firefighter Safety Switch) โดยเฉพาะ
  - ที่ตัวอุปกรณ์จะต้องเปิด-ปิดวงจรสามารถทำได้ง่ายด้วยมือ และมีระบบป้องกันมิให้สามารถเปิด-ปิดได้โดยบังเอิญ
  - ขนาดพิกัดกระแสไฟฟ้าต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของพิกัดกระแสสูงสุด (Isc) ของจุดแผงเซลล์
  - มีพิกัดกระแสลัดวงจร Isc ไม่ต่ำกว่า 1.25 เท่าของกระแสลัดวงจร Isc ของระบบ
  - สามารถปลดวงจรไฟฟ้าได้โดยไม่ต้องปลดโหลด
  - มีพิกัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ไม่ต่ำกว่า 1.06 เท่าของแรงดัน Voc ของระบบ
  - มี Indicator บอกตำแหน่งหรือสภาวะการทำงาน
  - ระดับการป้องกันไม่น้อยกว่า IP65
  - มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 60898 หรือ IEC 60947 หรือเทียบเท่า
  - ติดตั้งอยู่ในภายในตู้สำหรับอุปกรณ์โดยเฉพาะ แยกจากตู้เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า สถานที่ติดตั้งตามอาคารที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์

(2) DC Circuit Breaker สำหรับป้องกันและปลดวงจร Inverter ด้านไฟฟ้ากระแสตรง

- ออกแบบสำหรับใช้กับไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับระบบ Solar PV โดยเฉพาะ
- ขนาดพิกัดกระแสไฟฟ้าต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของพิกัดกระแสสูงสุด (Isc) ของชุดแผงเซลล์
- สามารถปลดวงจรไฟฟ้าได้โดยไม่ต้องปลดโหลด
- มีพิกัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ไม่ต่ำกว่า 1.06 เท่าของของแรงดัน Voc ของระบบ
- มี Indicator บอกตำแหน่งหรือสภาวะการทำงาน
- ระดับการป้องกันไม่น้อยกว่า IP65
- มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 60898 หรือ IEC 60947 หรือเทียบเท่า
- ติดตั้งอยู่ภายในตู้สำหรับอุปกรณ์โดยเฉพาะ แยกจากตู้เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า สถานที่ติดตั้งตาม อาคารที่ ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์

(3) AC Circuit Breaker สำหรับป้องกันและปลดวงจร Inverter ด้านไฟฟ้ากระแสสลับ

- เป็นชนิด 3 poles, 3 Phase 400 v 50 Hz เทียบเท่าหรือดีกว่า
- มีพิกัดกระแสลัดวง Icu ตามผลการคำนวณแต่ต้องไม่น้อยกว่า 10kA และมีพิกัดกระแส Ampere trip , AT ไม่น้อยกว่า1.25 เท่าของพิกัดกระแสจ่ายออกสูงสุดของอินเวอร์เตอร์
- มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 60898 หรือ IEC 60947 หรือเทียบเท่า
- ติดตั้งอยู่ภายในตู้สำหรับอุปกรณ์โดยเฉพาะ แยกจากตู้เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าสถานที่ติดตั้งตามอาคารที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์

(4) Circuit Breaker สำหรับป้องกันและปิด-เปิดวงจรเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าของอินเวอร์เตอร์กับแผงจ่ายไฟฟ้าหลัก (Main load center) มีรายละเอียดดังนี้

- เป็นชนิด 3 poles , 3 Phase 400 V 50 Hz
- มีพิกัดกระแสลัดวงจร ตามผลการคำนวณหรือไม่น้อยกว่าพิกัดกระแสลัดวงจรของ Main Circuit Breaker ของแผงควบคุมไฟฟ้าหลัก แต่ต้องไม่น้อยกว่า 10 kA และมีพิกัดกระแส Ampere trip, AT ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของพิกัดกระแสจ่ายออกสูงสุดของอินเวอร์เตอร์
- มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 60898 หรือ IEC 60947 หรือเทียบเท่า
- ติดตั้งอยู่ภายในตู้สำหรับอุปกรณ์โดยเฉพาะ แยกจากตู้เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า สถานที่ติดตั้งตามอาคารที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์

(5) อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ากระโชก (DC Surge Protection) ด้านไฟฟ้ากระแสตรง

- ออกแบบสำหรับใช้กับไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับ PV โดยเฉพาะ
- มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน EN 50539-11 หรือเทียบเท่า
- 20 Year Free Replacement Warranty

- ติดตั้งอยู่ภายในตู้สำหรับติดตั้งเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า สถานที่ติดตั้งตามอาคารติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์

(6) อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ากระโชก (AC Surge Protection) ด้านไฟฟ้ากระแสสลับ

- สำหรับใช้กับระบบไฟฟ้า 3 Phase 400 Vac, 50 Hz
- มีคุณสมบัติการป้องกัน (Mode of protection) ต้องสามารถป้องกันไฟฟ้ากระโชก ระหว่าง Phase กับ Phase กับ Ground (L-G) Phase กับ Neutral (L-N) และ Neutral กับ Ground (N-G)
- Surge Current Rating : 40 kA at 8/20 usec ดีกว่าหรือเทียบเท่า
- Response Time : ไม่เกิน 25 nsec
- มีหลอดไฟและสัญญาณเสียง (ALARM) เพื่อเตือนเมื่ออุปกรณ์ไม่อยู่ในสภาวะที่จะป้องกันในการรับ SURGE ได้แล้ว
- ระบบ Test เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของระบบการทำงานภายใน
- ติดตั้งอยู่ภายในตู้สำหรับติดตั้งเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า สถานที่ติดตั้งตามอาคารที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์

9. ระบบการตรวจวัด บันทึกและแสดงการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

(1) การตาวจวัด บันทึกและแสดงผลให้เป็นไปตามมาตรฐาน IEC 61724 Photovoltaic system performance monitoring – Guidelines for measurement, date exchange and analysis หรือมาตราฐานอื่นๆ ที่เทียบเท่าหรือดีกว่า ให้ผู้รับจ้างแนบรายการเครื่องมือ พร้อม Catalogue ของเครื่องมือวัดทุกชิ้น และแบบ Drawing การติดตั้งเครื่องมือวัด โดยจำนวนของเครื่องมือวัดดังนี้

- *อุปกรณ์วัดค่าความเข้มแสงอาทิตย์ (Pyranometer) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด*

เป็นอุปกรณ์วัดค่าความเข้มแสงอาทิตย์ First Class หรือดีกว่าตามาตรฐาน ISO 9060 The accura จะต้องดีกว่าร้อยละ 5

- *Ambient Temperature Sensor จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด*

The accuracy จะต้องดีกว่า 1 K (including signal conditioning)

- *Module Temperature Sensor จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด*

The accuracy จะต้องดีกว่า 1 k (including signal conditioning

- Wind Sensor จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

The accuracy of the wind speed sensors จะต้องดีกว่า 0.5 m/s สำหรับความเร็วลมสูงกว่า 5 m/s

- *Humidity Sensor จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด*

สามารถค่าความชื้นสัมพัทธ์ไม่ต่ำกว่า 0-99 % หรือดีกว่า

อุปกรณ์ต้องได้ตามาตรฐาน IP 65 หรือดีกว่า

- DC Current Sensor สามารถตรวจวัดได้อย่างน้อยทุกๆ MPPT ของอินเวอร์เตอร์ชนิดต่อร่วมกับระบบไฟฟ้า (Grid Connected Inverter) ในข้อ 5.6 ตัวอย่างเช่น ในการออกแบบต้องใช้อินเวอร์เตอร์ชนิดต่อร่วมกับระบบไฟฟ้า (Grid Connected Inverter) จำนวน 30 เครื่อง แต่ละเครื่องมี 2 MPPT จะต้องติดตั้ง Current Sensor ไม่น้อยกว่า 60 ชุด
- The accuracy ต้องดีกว่าร้อยละ 1 % of the reading
- DC Voltage Sensor สามารถตรวจวัดได้อย่างน้อยทุกๆอินเวอร์เตอร์ชนิดต่อร่วมกับระบบไฟฟ้า (Grid Connected Inverter The accuracy ต้องดีกว่าร้อยละ 1 % of the reading
- เครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้ากระแสสลับแบบดิจิตอล (Digital AC Power Meter)

สำหรับใช้วัดกำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบฯ จะต้องติดตั้งอินเวอร์เตอร์ 1 ชุด และสำหรับใช้พลังงานของระบบไฟฟ้าที่จ่ายให้อาคาร จำนวน 1 ชุด/อาคาร สามารถตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้ากระแสสลับรวมถึงค่าทางไฟฟ้าอื่นๆ แบบ Real time โดยอ่านข้อมูลที่วัดได้ทั้งหน้าจอแสดงผลและสามารถส่งข้อมูลที่วัดไปยังจอแสดงผลการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์โดยผ่านระบบสื่อสารข้อมูล พร้อมอุปกรณ์ประกอบสำหรับการติดตั้ง เครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้ากระแสสลับแบบดิจิตอล มีคุณสมบัติอย่างน้อย ดังนี้

- Measurement
- Voltage : Line to Neutral per Phase , 3Phase line And Min/Max
- Current : Per phase and Min/Max
- Power (kVA,kW, KVAR) : Per phase and Total 3 Phase
- Power Factor : Per phase and Total 3 Phase
- Energy (kWh ,kVAh kVARh) : Per phase and Total 3 Phase
- Demand : Max, Demand
- Harmonica : Up to 39 order
- Harmonics Distortion : % THD of Voltage and Current
- Type of Measurement : True RMS
- Accuracy
- Voltage : 0.5% FS
- Current : 0.5% FS
- Power : 0.5% FS
- Power Factor : 1.0% FS
- Energy : 0.5% FS

- Nominal input Voltage : Direct up to 400 V Line to Line
- Input Current : Suitable for 5A.CT secondary rating
- Input Frequency : 45-65 Hz
- Overload : 10 A max continuous (50 A max for 1 second)
- Sensing/Measurement : 1 sec update time
- Programmable : Bath CT and PT Ratio
- Burden : Not more than 6 VA
- Display : LCD or LED Display

10. ข้อกำหนดการติดตั้งและเดินสายของอุปกรณ์

10.1 กรณีใช้รางเดินสายจะต้องใช้งานในที่เปิดโล่งเท่านั้น ต้องสามารถเข้าถึงได้หลังจากติดตั้งแล้วถ้าเป็นชนิดใช้ภายนอกอาคารต้องกันฝนได้ และไม่ใช้ในที่ที่มีอันตรายทางกายภาพ การติดตั้งรางเดินสายต้องมีการจับยึดที่มั่นคงแข็งแรงทุกระยะห่างกันไม่เกิน 1.50 เมตร และไม่อนุญาตให้ต่อรางเดินสาย ณ จุดที่ผ่านผนังหรือพื้นและไม่อนุญาตให้ใช้รางเดินสายเป็นตัวนำสำหรับต่อลงดิน

10.2 กรณีเดินสายในท่อ ให้เดินสายในท่อโลหะบนรางตัว C ที่มีการป้องกันสนิมและการกัดกร่อน ข้อต่อท่อต้องเป็นชนิด COMPRESSION TYPE ห้ามใช้ชนิด Screw type ต้องมีการจับยึดที่มั่นคงแข็งแรงทุกระยะห่างกันไม่เกิน 1.50 เมตร ข้อต่อหรืออุปกรณ์ประกอบท่อถ้าติดตั้งภายนอกอาคารต้องกันฝนได้

10.3 ท่อหรือรางเดินสาย ต้องทำเครื่องหมายแบบถาวรไม่ลบเลือนทุกระยะ 3 เมตร โดยใช้ข้อความ "Solar PV – DC Side/Communication/Sensor" เช่น Solar PV – DC-Side หมายถึงท่อสำหรับเดินสายของระบบผลิตไฟฟ้าแสงอาทิตย์ ส่วนที่เป็นระบบไฟฟ้ากระแสตรง เป็นต้น

10.4 ตู้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า โครงสร้างตู้ทำด้วยเหล็กฉากความหนาไม่ต่ำกว่า 1.5 มม.ส่วนฝาทุกด้านทำด้วยแผ่นเหล็กความหนาไม่ต่ำกว่า 1.0 มม. โดยเหล็กและแผ่นเหล็กทุกชิ้นที่ใช้ เป็นเหล็กเคลือบฟอสเฟต (Zinc Phosphate) หรือเป็นเหล็กและแผ่นเหล็กที่ผ่านกรรมวิธีกำจัดและป้องกันสนิมโดยวิธี Electro Galvanized และพ่นทับด้วยสีชนิดอบแห้งทั้งภายนอกภายใน หรือเป็นเหล็กและแผ่นเหล็กที่ผ่านกรรมวิธีกำจัดและป้องกันสนิมโดยวิธีที่ดีกว่า พร้อมทั้งมีเกร็ดระบายอากาศที่มีการป้องกันฝุ่นและแมลง ขนาดของตู้ตามความเหมาะสมกับอุปกรร์ที่ติดตั้งภายในตู้ทั้งหมด โดยต้องมีกุญแจล็อคตู้ด้วย

10.5 ที่ฝาตู้ด้านหน้าจะต้องมีป้ายแดง เครื่องหมาย ตัวอักษรหรือข้อความ ติดตั้งแบบถาวรไม่ลบเลือน โยระบุรายละเอียดของชื่อวงจรหรืออุปกรณ์ รวมถึงคำเตือนต่างๆ ตามที่วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร กำหนด ส่วนฝาตู้ด้านในต้องมีผังวงจรของตู้ดังกล่าวติดไว้ในฝาตู้ ซึ่งจะบ่งบอกถึงหมายถึงเลขวงจร ขนาดสาย ขนาดของ Circuit Breaker และ Load เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา

10.6 Circuit Breaker ต้องเหมาะสมสำหรับใช้กับระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ มีพิกัดตัดวงจร ตามที่คำนวณ และคำนวณ และควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน (Co-Ordination)

10.7 สายไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้ากระแสตรงต้องใช้สายที่ออกแบบสำหรับระบบ Solar PV อ้างอิง วสท. 022013-59 มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา

10.8 สายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีหมายเลขและ/หรือตัวอักษรกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบปลอกสวน ยากแก่การลอกหลุดหาย เช่น Hot Printing

10.9 ในกรณีที่ต้องเดินท่อทะลุผ่านผนัง ฉากกั้น พื้น เพดาน หรือช่องท่อไฟฟ้าภายในอาคารต้องมีการป้องกันไฟลุกลามผ่านช่องเปิดสำหรับเดินท่อ โดยช่องเปิดที่เจาะต่างๆ จะต้องใส่ sleeve แล้วอุดช่องว่างท่อด้วยวัสดุ Intumescent, endothermic หรือเทียบเท่า ที่มีอัตราการทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชม. เมื่อทดสอบตาม UL 1479 พร้อมดำเนินการแก้ไขช่องเปิดการแก้ไขช่องเปิดนั้นให้มีสภาพเรียบร้อย สวยงาม และใช้งานได้ดีดังเดิม

10.10 การออกแบบและติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์และโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะต้องปฏิบัติตามคู่มือหรือคำแนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด

10.11 ที่บริเวณปลายสายของทุก string ต้องติดตั้ง Blocking Diode มีพิกัดทนแรงดันย้อนกลับไม่น้อยกว่า 2 เท่าของแรงดันเปิดวงจร (Voc) ของระบบ

10.12 การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับหลังคาจะต้องมระยะห่างเพียงพอให้เกิดการไหลเวียนของอากาศเพื่อช่วยการระบายความร้อนของแผงเซลล์แสงอาทิตย์และป้องกันไม่ให้อากาศเกิดการกลั่นตัวหรือเกิดความชื้นด้านหลังแผงฯ

11. เอกสาร คู่มือ การฝึกอบรม

ก่อนส่งของทั้งหมดผู้รับจ้างจะต้องส่ง เอกสาร คู่มือ การฝึกอบรม ดังนี้

11.1 เอกสารและคู่มือ

(1) แบบแสดงการติดตั้งจริง ASBUILT DRAWING ชนิดกระดาษพิมพ์ขาวขนาดกระดาษ A3 จำนวน 2 (สอง) ชุด, ชนิด Electronic File บันทึกเป็นไฟล์ AutoCAD ที่สามารถใช้กับโปรแกรมออกแบบเขียนแบบ (DWG) พร้อมไฟล์ ACROBAT (PDF) บันทึกลงใน Flash Drive จำนวน 2 ชุด

(2) รายงานผลการทดสอบระบบก่อนและหลังการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์และคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ฯ ระบบการตรวจวัด บันทึกและแสดงผล จำนวน 2 (สอง) ชุด พร้อมไฟล์ ACROBAT (PDF) บันทึกลงใน Flash Drive จำนวน 2 ชุด

(3) เนื้อหาในการอบรม (power point) การใช้งาน การตั้งค่าโปรแกรม การบำรุงรักษาเป็นเอกสาร พร้อม CD จำนวน 10 ชุด

(4) รายชื่อตัวแทนจำหน่ายอปกรณ์ที่สำคัญ พร้อมเบอร์ติดต่อ

11.2 การอบรมวิธีการใช้งาน

ผู้รับจ้างจะต้องจัดให้มีการอบรม สามารถใช้งานและบำรุงรักษาได้ เช่น การทดสอบระบบ การตั้งค่า การโปรแกรมคำสั่งของอินเวอร์เตอร์ การตรวจสอบระบบเพื่อการบำรุงรักษาตามมาตรฐาน IEC 62446 วิธีการบำรุงรักษา ฯลฯ ให้แกพนักงาน จำนวนไม่น้อยกว่า 5 คน โดยผู้รับจ้างจะต้องแจ้งวันเวลาที่จะอบรมพร้อมส่งหลักสูตรการอบรมภาคทฤษฎีและปฏิบัติไม่น้อยกว่า 2 วัน พร้อมเนื้อหาในการอบรม

หมวดที่ 27 รายการมาตรฐานผลิตภัณฑ์แนะนำให้ใช้

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งงานต่างๆ โดยเลือกใช้อุปกรณ์และวัสดุมาตรฐาน ตามที่ระบุในบัญชีรายชื่อนี้

1) ในกรณีที่ใช้วัสดุอุปกรณ์อื่นนอกเหนือจากที่ระบุไว้ จะสามารถกระทำได้เฉพาะในกรณีที่อุปกรณ์ตามรายการประกอบแบบเลิกผลิต หรือมีกำลังผลิตไม่เพียงพอ หรือผลิตภัณฑ์นั้นผู้ขายเสนอราคาสูงเกินความจริงหรือไม่เป็นตามกลไกการตลาด โดยมีหลักฐานที่สามารถพิสูจน์ได้ โดยผู้รับจ้างจะต้องมีเอกสารหรือหลักฐานที่เชื่อถือได้ ให้ผู้ว่าจ้างและ/หรือผู้ควบคุมงานพิจารณาตามขั้นตอนก่อนดำเนินการ
2) การใช้วัสดุอุปกรณ์อื่นดังที่กล่าวในข้อ 1 สามารถกระทำได้โดยจะต้องเป็นวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพเทียบเท่าหรือดีกว่า โดยผู้ขาย/ผู้รับจ้างจะต้องมีเอกสารหรือหลักฐานที่เชื่อถือได้ ให้ผู้ว่าจ้างและ/หรือผู้ควบคุมงานพิจารณาตามขั้นตอนก่อนดำเนินการ
3) ชื่อประเทศหรือภูมิภาคในวงเล็บท้ายชื่อผลิตภัณฑ์ (ถ้ามี) หมายถึง แหล่งผลิต (Country of Origin)
4) ลำดับก่อนหลังของรายชื่อผลิตภัณฑ์ไม่ได้แสดงถึงความสำคัญมากกว่าหรือน้อยกว่า

27.1 หม้อแปลงไฟฟ้า

27.1.1 CHAROEN CHAI TRANSFORMER
27.1.2 TIRATHAI TRANSFORMER
27.1.3 EKARAT ENGINEERING
27.1.4 THAI MAXWELL ELECTRIC
27.1.5 QTC
27.1.6 หรือเทียบเท่า

27.2 อุปกรณ์ตัดตอนอัตโนมัติ (ACB,MCCB)

27.2.1 MITSUBISHI
27.2.2 SQUARE-D
27.2.3 ABB
27.2.4 SIEMENS
27.2.5 SCHNEIDER
27.2.6 หรือเทียบเท่า

27.3 แผงสวิตช์หลักและย่อย (MDB&DB&LP)

27.3.1 ASEFA
27.3.2 SCHNEIDER
27.3.3 TIC
27.3.4 ESI
27.3.5 SMD
27.3.6 ABB

27.3.7 SIEMENS

27.3.8 SMBE

27.3.9 หรือเทียบเท่า

27.4 **สายไฟฟ้ากำลังและสื่อสาร**

27.4.1 BANGKOK CABLE

27.4.2 THAI YAZAKI

27.4.3 PHELPS DODGE

27.4.4 CTW

27.4.5 SSUPER CABLE

27.4.6 หรือเทียบเท่า

27.5 **สายสัญญาณโทรทัศน์** (Coaxial Cable)

27.5.1 Belden

27.5.2 BANGKOK CABLE

27.5.3 THAI YAZAKI

27.5.4 PHELPS DODGE

27.5.5 CTW

27.5.6 SSUPER CABLE

27.5.7 หรือเทียบเท่า

27.6 **สายทนไฟไฟ** / MI Cable (ไม่ต้องใช้ท่อร้อยสาย)

27.6.1 BETAFLAM

27.6.2 PYROTEC

27.6.3 Pirelli

27.6.4 KME

27.6.5 TEC

27.6.6 หรือเทียบเท่า

27.7 **ท่อร้อยสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ**

27.7.1 DAIWA

27.7.2 PANASONIC

27.7.3 RSI

27.7.4 PAT

27.7.5 TAS

27.7.6 หรือเทียบเท่า

27.8 โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ

27.8.1 โคมไฟฟ้าภายในอาคาร

(1) L&E

(2) DELIGHT

(3) PHILIPS

(4) X-TRA BRITE

(5) LIGHTINGHOUSE

(6) LAMPTITUDE

(7) MEGGAMAN

(8) LAMPKO

(9) EVE

(10) หรือเทียบเท่า

27.8.2 หลอดไฟฟ้า LED

(1) L&E

(2) MEGGAMAN

(3) PHILIPS

(4) RACER

(5) OSRAM

(6) GE

(7) LAMPKO

(8) EVE

(9) หรือเทียบเท่า

27.9 สวิตช์และเต้ารับ

27.9.1 PANASONIC

27.9.2 BTICINO

27.9.3 EAGLE

27.9.4 SIEMENS

27.9.5 HACO

27.9.6 หรือเทียบเท่า

27.10 POWER PULG

27.10.1 MENNEKES

27.10.2 PCE

27.10.3 ABB

27.10.4 HACO

27.11 Fire Alarm System

27.11.1 NOHMI

27.11.2 NOTIFIRE

27.11.3 SECUTRON

27.11.4 HOCHIKI

27.11.5 GE, EDWARDS

27.11.6 KIDDE

27.11.7 หรือเทียบเท่า

27.12 Public Sound System

27.12.1 HONEYWELL

27.12.2 BOCSH

27.12.3 TOA

27.12.4 PHILIPS

27.12.5 BOSE

27.12.6 หรือเทียบเท่า

27.13 Emergency Light System & FIRE EXIT SING SYSTEM

27.13.1 MAX BRIGHT

27.13.2 CEE

27.13.3 SUNNY

27.13.4 DELIGHT

27.13.5 SAFEGUARD

27.13.6 L&E

27.13.7 หรือเทียบเท่า

27.14 ระบบป้องกันไฟและควันลาม

27.14.1 3 M

27.14.2 NELSON

27.14.3 GE

27.14.4 FURUKAWA

27.14.5 SPEC SEAL

27.14.6 หรือเทียบเท่า

27.15 LED TV

27.15.1 SAMSUNG

27.15.2 PHILLIP

27.15.3 TOSHIBA

27.15.4 SHARP

27.15.5 SONY

27.15.6 หรือเทียบเท่า

27.16 DIGITAL POWER METER

27.16.1 JANITZA

27.16.2 ABB

27.16.3 SOCOMEC

27.16.4 SCHNEIDER

27.16.5 LOVATO

27.16.6 CIRCUTOR

27.16.7 SIEMENS

27.16.8 หรือเทียบเท่า

27.17 MAGNETIC CONTACTOR

27.17.1 ABB

27.17.2 SCHNEIDER

27.17.3 SIEMENS

27.17.4 CIRCUTOR

27.17.5 หรือเทียบเท่า

27.18 CURRENT & POTENTIAL TRANSFORMER

27.18.1 CIRCUTOR

27.18.2 ALCE

27.18.3 ABB

27.18.4 SIEMENS

27.18.5 ASEFA

27.18.6 SCHNEIDER

27.18.7 CELSA

27.18.8 SACI

27.18.9 หรือเทียบเท่า

27.19 METERING & ACCESSORIES EQUIPMENT

27.19.1 ABB

27.19.2 CIRCUTOR

27.19.3 CROMPTON

27.19.4 SIEMENS

27.19.5 SCHNEIDER

27.19.6 DF

27.19.7 FINDER

27.19.8 หรือเทียบเท่า

27.20 SURGE SUPPRESSOR SYSTEM

27.20.1 DEHN

27.20.2 PHOENIX

27.20.3 FURSE

27.20.4 LIBERT

27.20.5 INNOVATIVE TECHNOLOGY

27.20.6 Emerson

27.20.7 CIRPROTEC

27.20.8 Stabil

27.20.9 MCG

27.20.10ABB

27.20.11หรือเทียบเท่า

27.21 สายสัญญาณระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

27.21.1 LINK

27.21.2 AMP

27.21.3 AT&T

27.21.4 COMMSCOPE

27.21.5 BELDEN

27.21.6 หรือเทียบเท่า

27.22 Rack Enclosure

27.22.1 APC

27.22.2 Mail Scientific

27.22.3 CYBER RACK

27.22.4 AMP

27.22.5 KRONE

27.22.6 NEXANS

27.22.7 หรือเทียบเท่า

27.23 แผงกระจายสายสัญญาณ (Patch Panel)

27.23.1 KRONE

27.23.2 AMP

27.23.3 NEXANS

27.23.4 LINK

27.23.5 หรือเทียบเท่า

27.24 อุปกรณ์ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

27.24.1 HP

27.24.2 Cisco

27.24.3 ALLIED TELESIS

27.24.4 หรือเทียบเท่า

27.25 อุปกรณ์ระบบโทรศัพท์

27.25.1 ACATEL

27.25.2 ERICSON

27.25.3 NEC

27.25.4 SIEMENS

27.25.5 PANASONIC

27.25.6 FORTH

27.25.7 หรือเทียบเท่า

27.26 อุปกรณ์เต้ารับระบบโทรศัพท์

27.26.1 PANASONIC

27.26.2 BTICINO

27.26.3 SIEMENS

27.26.4 HACO

27.26.5 หรือเทียบเท่า

27.27 ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด

27.27.1 SAMSUNG

27.27.2 Bosch

27.27.3 Axis

27.27.4 HIKVISION

27.27.5 PANASONIC

27.27.6 Avigilon

27.27.7 หรือเทียบเท่า

27.28 ระบบควบคุมการเข้าออก (Controlled Access Security System)

27.28.1 HID

27.28.2 BOSCH

27.28.3 TDSI

27.28.4 GE/LENEL

27.28.5 หรือเทียบเท่า

27.29 เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับมอนิเตอร์ระบบ

27.29.1 HP

27.29.2 Dell

27.29.3 IBM

27.29.4 LENOVO

27.29.5 หรือเทียบเท่า

27.30 จอแสดงภาพ

27.30.1 LG

27.30.2 Philips

27.30.3 Sony

27.30.4 Toshiba

27.30.5 SAMSUNG

27.30.6 หรือเทียบเท่า

27.31 Wire way& Ladder, Cable Tray, Basket tray

27.31.1 COSTA

27.31.2 ASEFA

27.31.3 CABLOFIL

27.31.4 LEENA

27.31.5 TIC

27.31.6 SMD

27.31.7 BASOR

27.31.8 หรือเทียบเท่า

27.32 เครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง UPS

27.32.1 SCHNEIDER

27.32.2 APC

27.32.3 SOCOMEC

27.32.4 หรือเทียบเท่า

27.33 ระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า

27.33.1 Kumwell

27.33.2 หรือเทียบเท่า

27.34 ระบบโสตทัศนูปกรณ์

27.34.1 เครื่องขยายสัญญาณเสียง BOSE, QSC, CROWN หรือเทียบเท่า

27.34.2 ลำโพง TANNOY, JBL, TOA, BOSE หรือเทียบเท่า

27.35 ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ

27.35.1 JOHNSON CONTROLS

27.35.2 SIEMENS

27.35.3 TRANE

27.35.4 HONEYWELL

27.35.5 หรือเทียบเท่า

27.36 INVERTER SOLAR CELL

27.36.1 HUAWEI

27.36.2 SOLAR EDGE

27.36.3 SMA

27.36.4 หรือเทียบเท่า

งานวิศวกรรมระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

สารบัญ

หน้า

หมวดที่ 1 : ข้อกำหนดทั่วไป

1.1	ขอบเขตของงาน	1 – 1
1.2	มาตรฐานอ้างอิง	1 – 1
1.3	ตรวจสอบแบบและรายการ	1 – 3
1.4	การแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุและอุปกรณ์	1 – 4
1.5	แบบใช้งานติดตั้งและแบบสร้างจริง	1 – 4
1.6	วัสดุและอุปกรณ์	1 – 4
1.7	การจัดทำตารางแผนงาน	1 – 5
1.8	การประสานงานและการประชุมโครงการ	1 – 5
1.9	เครื่องมือ	1 – 5
1.10	การติดตั้ง	1 – 5
1.11	การเตรียมการในการซ่อมบำรุงเครื่องและอุปกรณ์	1 – 6
1.12	การตัดเจาะและการปิดช่อง	1 – 6
1.13	การจัดทำแท่นเครื่อง	1 – 6
1.14	การยึดท่อ และอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร	1 – 6
1.15	การป้องกันการผุกร่อน	1 – 6
1.16	ความปลอดภัยในการทำงาน	1 – 7
1.17	การขนส่ง และการนำเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ เข้ายังสถานที่ติดตั้ง	1 – 7
1.18	การเก็บรักษา เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์	1 – 7
1.19	ป้ายชื่อ และเครื่องหมายของวัสดุและอุปกรณ์	1 – 7
1.20	การทดสอบเครื่อง อุปกรณ์และระบบ	1 – 8
1.21	การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่	1 – 8
1.22	หนังสือคู่มือการใช้ การบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์	1 – 8
1.23	การรับประกัน	1 – 8
1.24	การบริการ	1 – 9
1.25	การส่งมอบงาน	1 – 9

หมวดที่ 2 : ข้อกำหนดคุณภาพของเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์

2.1	ข้อกำหนดทั่วไปของเครื่องปรับอากาศ	2 - 1
2.2	เครื่องปรับอากาศแบบน้ำยารวมศูนย์	2 – 1
2.3	เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน	2 – 4
2.4	พัดลมระบายอากาศ	2 – 7
2.5	อุปกรณ์กันสะเทือน	2 – 10
2.6	ระบบส่งลมและอุปกรณ์	2 – 11

หมวดที่ 3 : ระบบไฟฟ้าสำหรับงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

3.1	ข้อกำหนดทั่วไป	3 – 1
3.2	มอเตอร์	3 – 1
3.3	สายไฟฟ้า	3 – 1
3.4	การเดินสายไฟฟ้า	3 – 2
3.5	ท่อร้อยสายและการติดตั้งอุปกรณ์	3 – 2
3.6	การต่อสายไฟฟ้า (Splicing)	3 – 2
3.7	กล่องรวมสายและกล่องดึงสาย	3 – 3
3.8	ระบบต่อลงดิน	3 – 3
3.9	สายดิน	3 – 3
3.10	การทดสอบระบบไฟฟ้า	3 – 3

หมวดที่ 4 : การทดสอบและการปรับแต่ง

4.1	เครื่องส่งลมเย็น	4 – 1
4.2	ชุดระบายความร้อน (Condensing Unit)	4 – 1

หมวดที่ 5 : ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน 5 - 1

หมวดที่ 1 : ข้อกำหนดทั่วไป

1.1 ขอบเขตของงาน

เจ้าของโครงการมีความประสงค์จะจ้างเหมาค่าวัสดุ อุปกรณ์ ค่าแรง ค่าขนส่ง เครื่องมือ เครื่องจักร ค่าดำเนินการ และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อดำเนินการจัดซื้อ จัดหา ติดตั้ง และทดสอบระบบปรับอากาศและระบายอากาศ สำหรับโครงการให้เป็นไปตามแบบและข้อกำหนดต่าง ๆ อย่างครบถ้วนสมบูรณ์จนสามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของเจ้าของโครงการทุกประการ โดยมีขอบเขตของงานดังนี้

1.1.1 ความรับผิดชอบตามที่ระบุไว้ในเงื่อนไขทั่วไปของสัญญา เงื่อนไขเฉพาะของสัญญาและข้อกำหนดทางเทคนิค

1.1.2 งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ อันประกอบด้วยเครื่องปรับอากาศ ท่อน้ำทิ้ง อุปกรณ์ประกอบท่อ พัดลมระบายอากาศ

1.1.3 งานไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

1.1.4 งานสกัดและตกแต่ง รวมทั้งงานฝังปลอกท่อลอด ตามความจำเป็น

1.1.5 งานป้องกันสั่นสะเทือนของเครื่องปรับอากาศ พัดลมระบายอากาศ และอุปกรณ์อื่น ๆ

1.1.6 งานแขวน ยึด และค้ำยันระบบท่อต่าง ๆ ทั้งในแนวนอนและแนวดิ่ง

1.1.7 งานทดสอบและงานปรับแต่งระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

1.1.8 งานจัดหาและติดตั้งป้ายชื่อ และเครื่องหมายของเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์

1.1.9 งานฝึกอบรมเจ้าหน้าที่และบริการตรวจ บำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์

1.1.10 งานจัดทำแบบใช้งาน แบบก่อสร้างจริง และหนังสือคู่มือการใช้ การบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์

1.2 มาตรฐานอ้างอิง

1.2.1 มาตรฐานกฎหมาย และข้อกำหนดในการออกแบบ

มาตรฐานและข้อบังคับถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานทั่วไปของวัสดุ อุปกรณ์ การประกอบและการติดตั้งสำหรับงานตามสัญญาในโครงการนี้ ให้ถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

- British Standards Published by the British Standards Institution
- British Codes of Practice Published by the British Standards Institution
- Regulations Published by the Institution of Mechanical Engineers
- ARI Standards Published by the Air Conditioning and Refrigerating Institute
- ADC Standards Published by the Air Diffusion Council
- SMACNA Standards Published by Sheet Metal and Air Conditioning Contract' s National Association
- ASHRAE Standards Published by American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers
- AMCA Standards Published by Air Moving and Conditioning Association
- CIBS Standards Published by the Chartered Institution of Building Services
- IHVE Standards Published by the Institution of Heating and Ventilating Engineers

- Regulations Published by BMA
- Regulations Published by TISI
- Regulations Published by MEA, NEC and NEMA
- Regulations Published by NFPA

Code ต่อไปนี้ต้องถูกนำมาใช้ในการออกแบบอย่างเคร่งครัด

-	BS 5720	:	"Code of Practice for Mechanical Ventilation and Air Conditioning in Building"
-	BS 3122	:	"Specification of Refrigerant Compressors"
-	BS 1608	:	"Electrically Driven Refrigerant Condensing Unit"
-	BS 1586	:	"Method for the Testing of Refrigerant Condensing Unit"
-	BS 4434	:	"Requirement for Refrigeration Safety"
-	BS 5643	:	"Glossary of Refrigeration, Heating, Ventilation and Air Conditioning Terms"
-	BS 5586	:	"Code of Practice for Fire Precautions in the Design of Building"
-	BS 3974	:	"Pipe Supports"
-	BS 5384	:	"Guide to the Selection and use of Control System for Heating Ventilating and Air Conditioning Installation"
-	ASHRAE 90.1-2007	:	Energy Conservation in New Buildings
-	ASHRAE 62.1-2007	:	Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality
-	ASHRAE 55-2004	:	Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy
-	วสท. 031001-59	:	มาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ
-	SMACNA	:	Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association, Design Manuals
-	AHRI	:	Air Conditioning, Heating and Refrigeration Institute
-	ASA	:	Acoustical Society of America
-	ASHRAE	:	American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers
-	ASTM	:	American Society for Testing Materials
-	AWS	:	American Welding Society
-	BS	:	British Standard
-	IEC	:	International Electrotechnical Commission
-	MEA	:	Metropolitan Electricity Authority
-	NEC	:	National Electrical Code
-	NEMA	:	National Electrical Manufacturers Association

- NEPA : National Fire Protection Association
- SMACNA : Sheet Metal and air Conditioning Contractor' National
- TISI : Thai Industrial Standard Institute
- UL : Underwriters Laboratories Inc.

1.2.2 มาตรฐานในการออกแบบ (DESIGN CRITERIAS)

(ก) สภาพแวดล้อม อุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบปรับอากาศและระบายอากาศตามข้อกำหนดต้องมีความเหมาะสมที่ใช้งานในประเทศร้อน ชื้น ภายใต้สภาพแวดล้อมดังต่อไปนี้ คือ

- ความสูงใกล้เคียงระดับน้ำทะเลปานกลาง
- อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 92°F
- อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 84°F
- ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ย 86 %
- ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 72%

(ข) Design Conditions

Indoor Design Conditions 77 ± 2 °Fdb 55 ± 5% RH

Outdoor Design Condition 95 °Fdb 83 °Fwb

(ค) เครื่องปรับอากาศ ออกแบบให้มีระดับเสียงรบกวนที่กึ่งกลางห้องไม่เกินค่าดังต่อไปนี้

สำนักงาน 40 dBA

1.3 การตรวจสอบแบบและรายการ

1.3.1 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบ และรายการข้อกำหนดต่าง ๆ จนแน่ใจว่าเข้าใจถึงข้อกำหนดและเงื่อนไขต่าง ๆ โดยแจ้งชัด

1.3.2 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบรายละเอียด จากแบบสถาปัตยกรรม และโครงสร้างพร้อม ๆ ไปกับแบบทางวิศวกรรมสาขาอื่น ๆ ของโครงการนี้ก่อนการติดตั้งเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์เสมอเพื่อขจัดข้อขัดแย้ง

1.3.3 เมื่อพบข้อขัดแย้งระหว่างแบบ และรายการ หรือข้อสงสัย หรือข้อผิดพลาดเกี่ยวกับแบบและรายการให้รีบแจ้งต่อเจ้าของโครงการโดยเร็วและการตีความในข้อขัดแย้งใด ๆ ให้ตีความไปในแนวทางที่ดีกว่าถูกต้องกว่า ใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพดีกว่าครบถ้วนกว่าทั้งสิ้น

1.4 การแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุและอุปกรณ์

1.4.1 การเปลี่ยนแปลงแบบ รายการ และวัสดุอุปกรณ์ ที่ผิดไปจากข้อกำหนดและเงื่อนไขตามสัญญา อันเนื่องมาจากแบบและรายการขัดแย้งกัน หรือเพื่อความเหมาะสม หรือความจำเป็นอื่น ๆ ใดก็ดี ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งแก่เจ้าของโครงการ เพื่อขออนุมัติขอความเห็นชอบก่อนดำเนินการ

1.4.2 ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ของผู้รับจ้างมีลักษณะหรือคุณสมบัติ อันเป็นเหตุให้อุปกรณ์ตามรายการที่กำหนดไว้เกิดความไม่เหมาะสม หรือไม่ทำงานโดยถูกต้อง ผู้รับจ้างจะต้องไม่เพิกเฉยละเลยที่จะแจ้งขอความเห็นชอบจากเจ้าของโครงการ ในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงให้ถูกต้อง โดยชี้แจงแสดงหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิต มิฉะนั้นผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นแต่ผู้เดียว

1.4.3 กรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขแบบและรายการ วัสดุ และอุปกรณ์ดังกล่าวข้างต้นให้ผู้รับจ้างทำหนังสือขออนุมัติเสนอต่อเจ้าของโครงการในเวลาที่เหมาะสมและสมควร โดยจะต้องเผื่อเวลาให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาได้ใช้ในพิจารณาอย่างละเอียดรอบคอบเสียก่อน

1.5 แบบใช้งานติดตั้งและแบบสร้างจริง

1.5.1 ผู้รับจ้างจะต้องทำแบบใช้งานติดตั้ง (SHOP DRAWING) ของระบบปรับอากาศและระบายอากาศ จากภาพสถานที่ติดตั้งตามความเป็นจริงและจากการปรึกษาร่วมกับผู้ติดตั้งงานระบบอื่นๆ แล้วให้แก่เจ้าของโครงการเพื่อขออนุมัติ หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น เป็นแบบพิมพ์เขียวอย่างน้อย 4 ชุด ไม่น้อยกว่า 30 วัน ก่อนเริ่มการติดตั้ง

1.5.2 หลักการติดตั้ง ผู้รับเหมาจะต้องจัดทำแบบตามที่สร้างจริง (AS-BUILT DRAWING)แสดงตำแหน่งของอุปกรณ์และการติดตั้งอุปกรณ์ตามที่เป็นจริงรวมทั้งการแก้ไขอื่น ๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างการติดตั้ง หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น แบบสร้างจริงจะต้องส่งมอบให้แก่เจ้าของโครงการ 4 ชุด ในวันส่งมอบงานแบบนี้ประกอบด้วยต้นฉบับเขียนในกระดาษไข ซึ่งสามารถถ่ายแบบได้จำนวน 1 ชุด และพิมพ์เขียวอีก 3 ชุด แบบนี้ต้องมีขนาดและมาตราส่วนเดียวกับแบบใช้งานติดตั้ง

1.6 วัสดุและอุปกรณ์

1.6.1 ผู้รับจ้างต้องส่งเอกสารแสดงรายละเอียดวัสดุและอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ติดตั้ง พร้อมด้วยข้อมูลทางด้านเทคนิค ให้เจ้าของโครงการได้ตรวจอนุมัติล่วงหน้า ก่อนที่จะทำการจัดหาและในเวลาที่สมควร ก่อนที่จะนำไปทำการติดตั้ง วัสดุ และอุปกรณ์บางรายการ เช่น ท่อ วาล์ว แผ่นเหล็กชุบสังกะสี หัวจ่ายลม ใบปรับลม ที่รองรับชนิดต่างๆ และอื่น ๆ ที่เจ้าของโครงการเรียกขอ ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างพร้อมข้อมูลทางด้านเทคนิคให้เจ้าของโครงการพิจารณาอนุมัติก่อนนำไปใช้งาน

1.6.2 วัสดุและอุปกรณ์ ที่นำมาติดตั้งต้องเป็นของใหม่ และไม่เคยถูกนำไปใช้งานมาก่อน

1.6.3 ถ้าเจ้าของโครงการเห็นว่าวัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้มีคุณสมบัติไม่ดีเท่าที่กำหนดไว้ในรายการ เจ้าของโครงการมีสิทธิ์ที่จะนำมาใช้ในงานนี้ ในกรณีที่เจ้าของโครงการมีความเห็นว่าควรส่งให้สถาบันที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป และได้รับความเห็นชอบจากเจ้าของโครงการทำการทดสอบคุณสมบัติ เพื่อเปรียบเทียบกับข้อกำหนดก่อนที่จะอนุมัติให้นำมาใช้ได้ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ดำเนินการให้โดยมิชักช้า และต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

1.6.4 วัสดุและอุปกรณ์ ซึ่งเสียหายในระหว่างการขนส่ง การติดตั้งหรือการทดสอบผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนให้ใหม่ โดยได้รับความเห็นชอบจากเจ้าของโครงการ

1.6.5 หากมีความจำเป็นอันทำให้ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาวัสดุอุปกรณ์ ตามที่ได้แจ้งในรายละเอียดของสิ่งของดังกล่าว พร้อมทั้งแสดงหลักฐานข้อพิสูจน์จนเป็นที่พอใจแก่เจ้าของโครงการโดยเร็ว

1.6.6 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำรายการคำนวณที่จำเป็นโดยอาศัยข้อมูลเครื่อง วัสดุและอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้จริง เพื่อให้เจ้าของโครงการตรวจสอบและเก็บไว้อ้างอิง

1.7 การจัดทำตารางแผนงาน

ผู้รับจ้างต้องจัดทำตารางแผนงาน พร้อมรายละเอียดประกอบตารางแผนงาน อันประกอบด้วยหมายกำหนดการของการส่งของ การติดตั้งและกำหนดแล้วเสร็จของงานเพื่อป้องกันอุปสรรค และความล่าช้าต่าง ๆ อันอาจเป็นผลกระทบกระเทือนต่อการแล้วเสร็จสมบูรณ์ของโครงการ ส่งต่อเจ้าของโครงการ ก่อนเริ่มงาน การจัดทำตารางแผนงานนี้จะต้องได้รับการปรับปรุงให้ถูกต้องและสอดคล้องกับแผนงานก่อสร้างของโครงการอยู่เสมอ

1.8 การประสานงานและการประชุมโครงการ

ผู้รับจ้างจะต้องให้ความสำคัญเกี่ยวกับการประสานงานอย่างจริงจัง โดยจะต้องประสานงานกับผู้ก่อสร้างหรือติดตั้งงานระบบอื่น ๆ ของธนาคาร เช่น งานโครงสร้างอาคาร งานระบบไฟฟ้า งานระบบสุขาภิบาลและระบบดับเพลิง เป็นต้น เพื่อลดปัญหาการขัดแย้งกับการก่อสร้างหรือติดตั้งงานระบบอื่น ๆ และเพื่อให้ดำเนินไปได้โดยสะดวกเรียบร้อย ผู้รับจ้างจะต้องเข้าร่วมประชุมโครงการและประชุมในหน่วยงานซึ่งจัดให้มีขึ้นเป็นระยะๆโดยผู้เข้าร่วมประชุมต้องมีอำนาจในการตัดสินใจสั่งการและทราบรายละเอียดของงานเป็นอย่างดี

1.9 เครื่องมือ

1.9.1 ผู้รับจ้างต้องมีเครื่องมือ เครื่องใช้ เครื่องผ่อนแรง ที่มีประสิทธิภาพและความปลอดภัย สำหรับในการปฏิบัติงาน และต้องเป็นชนิดที่ถูกต้องเหมาะสมกับประเภทของงานที่ทำโดยมีจำนวนเพียงพอสำหรับการทำงาน

1.9.2 เจ้าของโครงการ มีสิทธิที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างเพิ่มจำนวนเครื่องมือ ให้เหมาะสมกับปริมาณงานหรือระงับการใช้เครื่องมือที่ไม่ถูกต้อง และไม่เหมาะสมกับงานได้

1.10 การติดตั้ง

1.10.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวิศวกรที่มีประสบการณ์ ความสามารถ หัวหน้าช่างและช่างฝีมือชั้นสูงเข้ามาปฏิบัติงาน โดยวิธีจัดงานและทำงานที่ถูกต้องตามหลักวิชาการและมีจำนวนเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงานให้เรียบร้อยและแล้วเสร็จทันตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ

1.10.2 วิศวกรผู้รับผิดชอบของผู้รับจ้างจะต้องเป็นวิศวกรในสาขาเครื่องกลหรือวิศวกรสาขาอื่นๆ ที่มีประสบการณ์ และความสามารถ ได้ขึ้นทะเบียนเป็นวิศวกรควบคุมตามพระราชบัญญัติควบคุมวิชาชีพวิศวกรรม

1.10.3 เจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนคนงานที่เจ้าของโครงการ เห็นว่าปฏิบัติงานด้วยฝีมือไม่ดีพอหรืออาจเกิดการเสียหายหรืออันตราย ผู้รับเหมาจะต้องจัดหาคนงานใหม่ที่มีประสิทธิภาพดีพอทำงานแทนที่ได้ทันที และค่าใช้จ่ายใด ๆ ที่เกิดขึ้นให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

1.10.4 ผู้รับจ้างจะต้องเสนอชื่อและประสบการณ์ของวิศวกรผู้รับผิดชอบงาน ให้เจ้าของโครงการพิจารณาอนุมัติก่อนเริ่มงาน

1.11 การเตรียมการในการซ่อมบำรุงเครื่องและอุปกรณ์

ในการติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ทุกชิ้น ผู้รับจ้างจะต้องพิจารณาอย่างละเอียดรอบคอบ เพื่อแน่ใจว่าได้ติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์อย่างถูกต้อง สามารถทำการซ่อมบำรุงและสามารถเปลี่ยนทดแทนได้โดยสะดวก ระหว่างการก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมการและเตรียมช่องทางต่าง ๆ ในการนำเครื่องและอุปกรณ์เข้ายังสถานที่ติดตั้ง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาขัดข้องกับการก่อสร้างอาคาร

1.12 การตัดเจาะและการปิดช่อง

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการตัดเจาะที่จำเป็นต่อการติดตั้งระบบปรับอากาศและระบายอากาศ เช่น การเจาะผนัง พื้น และเจาะตัดฝ้าเพดาน เป็นต้น การตัดเจาะต่าง ๆ จะต้องกระทำอย่างระมัดระวังและรอบคอบ เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายต่อโครงสร้างอาคาร และไม่ทำให้ความเรียบร้อยของอาคารต้องเสียไป รวมทั้งต้องขออนุมัติเจ้าของโครงการ ก่อนที่จะดำเนินการตัดเจาะทุกครั้งด้วย หลังจากที่ผู้รับจ้างได้ติดตั้งอุปกรณ์ผ่านช่องเปิดต่าง ๆ รวมทั้งช่องชาฟท์ ซึ่งทางวิศวกรโครงสร้างได้เตรียมไว้ให้ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการปิดช่องดังกล่าวให้เรียบร้อย ตามความเห็นชอบของเจ้าของโครงการ ช่องว่างระหว่างอุปกรณ์และโครงสร้างอาคารที่เป็นผนังกันไฟ หรือผนังกันเสียง ต้องอุดแน่นด้วยวัสดุซึ่งสามารถทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง เว้นแต่จะระบุไว้เป็นอย่างอื่น

1.13 การจัดทำแท่นเครื่อง

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการจัดทำแท่นเครื่อง แท่นตู้ไฟฟ้าต่าง ๆ ตามความเหมาะสมและมีความแข็งแรง แท่นคอนกรีตจะต้องมีการเสริมเหล็กให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ พร้อมทั้งมีอุปกรณ์ป้องกันการสั่นสะเทือนติดตั้งอยู่ด้วย

1.14 การยึดท่อ และอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ที่เหมาะสม ในการยึดท่อและอุปกรณ์ของระบบปรับอากาศ และระบายอากาศกับโครงสร้างอาคาร และจะต้องได้รับการอนุมัติจากเจ้าของโครงการก่อนดำเนินการยึด หรือแขวนใด ๆ หากจะใช้ EXPANSION BOLT ที่ผ่านการรับรองว่าสามารถรับน้ำหนักตามที่ต้องการได้ โดยมีค่าความปลอดภัย (SAFETY FACTOR) ไม่ต่ำกว่า 3 เท่า

1.15 การป้องกันการผุกร่อน

วัสดุที่เป็นโลหะที่นำมาใช้ในโครงการนี้ทุกชนิด จะต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันการผุกร่อนที่เหมาะสมมาแล้วทั้งสิ้น เช่น การพ่นอบสีจากโรงงาน การทำความสะอาดผิวโลหะ และทาสีกันสนิม หรือการชุบสังกะสี ตามความเหมาะสม

หรือตามที่ได้ระบุไว้ในรายการและข้อกำหนด โดยผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างสีดังกล่าวให้เจ้าของโครงการ พิจารณาอนุมัติก่อนการดำเนินการ การทาสีวัสดุและอุปกรณ์ทุกชนิดให้ยึดถือและปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด

1.16 ความปลอดภัยในการทำงาน

ผู้รับจ้างจะต้องให้ความสำคัญต่อความปลอดภัยระหว่างการปฏิบัติงานติดตั้งเพื่อให้เกิดอันตรายน้อยที่สุด และจะต้องรับผิดชอบอันตรายต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นกับบุคคลใด ๆ ก็ตามอันเป็นผลกระทบมาจากการกระทำของผู้รับจ้าง นอกจากนี้จะต้องจัดหาเครื่องดับเพลิงที่เหมาะสมไว้ในบริเวณที่ปฏิบัติงานและบริเวณที่เก็บเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1.17 การขนส่ง และการนำเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ เข้ายังสถานที่ติดตั้ง

1.17.1 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการขนส่งเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์มายังสถานที่ติดตั้งรวมทั้งการยกเข้าไปยังที่ติดตั้งค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

1.17.2 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อความเสียหาย อันอาจเกิดจากการขนส่งเครื่อง วัสดุและอุปกรณ์อื่น หรือเครื่องมือต่าง ๆ มายังสถานที่ติดตั้ง

1.17.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำหมายกำหนดการในการทำเครื่อง วัสดุ อุปกรณ์ เข้ามายังที่ติดตั้งและแจ้งให้เจ้าของโครงการทราบล่วงหน้าก่อน พร้อมทั้งจัดเตรียมสถานที่สำหรับเก็บรักษาเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ไว้ให้เรียบร้อย

1.17.4 เมื่อนำเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ เข้าถึงยังสถานที่ติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้เจ้าของโครงการทราบเพื่อที่จะได้ตรวจสอบเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์เหล่านั้น ให้ถูกต้องตามที่ได้รับอนุมัติไว้ก่อนที่จะนำเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์เข้ายังสถานที่เก็บรักษาหรือนำไปติดตั้งต่อไป

1.18 การเก็บรักษา เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์

1.18.1 ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหาสถานที่เก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการติดตั้งภายในบริเวณที่ก่อสร้างเอง เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ดังกล่าวจะยังคงเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับจ้างทั้งหมด ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อการสูญหายเสื่อมสภาพหรือถูกทำลาย จนกว่าจะได้รับการติดตั้งเสร็จสิ้นสมบูรณ์ หรือส่งมอบงานแล้ว

1.18.2 หากจะเก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ ภายในอาคารที่ก่อสร้างแล้ว จะต้องได้รับความเห็นชอบจากเจ้าของโครงการเสียก่อน ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบความแข็งแรงของโครงสร้างอาคาร ในส่วนที่จะใช้ในการเก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ในส่วนที่จะต้องขนวัสดุผ่าน เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้กับโครงสร้างอาคาร

1.19 ป้ายชื่อ และเครื่องหมายของวัสดุ และอุปกรณ์

1.19.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหา หรือทำป้ายชื่อ ลูกศรแสดงทิศทาง และเครื่องหมายแสดงต่าง ๆ เพื่อแสดงชื่อทิศทางการไหล และโดยใช้ภาษาไทย และ/หรือ ภาษาอังกฤษ

1.19.2 ป้ายชื่อ จะต้องยึดติดมั่นคงถาวร ป้ายชื่อดังกล่าวจะต้องจัดหาให้กับเครื่องและอุปกรณ์ต่อไปนี้คือ

1. แผงควบคุมไฟฟ้าทั้งหมด
2. เครื่องจ่ายลมเย็น เครื่องระบายความร้อน และอุปกรณ์ทั้งหมด
3. ระบบท่อต่าง ๆ ทั้งหมด พร้อมอุปกรณ์

1.19.3 สีที่ใช้พ่นเป็นตัวหนังสือ และเครื่องหมายให้ใช้สีสเปรย์ กระป๋องได้ โดยจะต้องจัดทำแบบสำหรับการพ่นสี

1.19.4 วัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ จะต้องมีเครื่องหมายอักษรย่อหรือข้อความที่สั้น กระทัดรัดง่ายต่อการเข้าใจ

1.20 การทดสอบเครื่อง อุปกรณ์และระบบ

1.20.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมวิธีการทดสอบ และหมายกำหนดการทดสอบ เครื่อง และระบบเสนอต่อเจ้าของโครงการ รวมทั้งจะต้องจัดเตรียมเอกสาร ข้อแนะนำจากผู้ผลิตในการทดสอบเครื่องเสนอต่อเจ้าของโครงการ จำนวน 2 ชุด ก่อนการทดสอบ

1.20.2 ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบเครื่อง และอุปกรณ์ การใช้งานทั้งระบบตามหลักวิชาการเพื่อแสดงให้เห็นว่างานที่ทำ ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดทุกประการ โดยมีตัวแทนของเจ้าของโครงการร่วมในการทดสอบด้วยและผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น

1.20.3 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหาทั้งหมด

1.20.4 การทดสอบเครื่องและระบบต่าง ๆ ให้ยึดถือตามมาตรฐานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องตามที่ได้กล่าวไว้ในข้อ 1.20.1

1.21 การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่

1.21.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่อง และบำรุงรักษาเครื่องของเจ้าของโครงการให้มีความรู้ความสามารถในการใช้งานได้ และการบำรุงรักษาก่อนส่งมอบงาน

1.21.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างผู้ชำนาญในระบบต่าง ๆ มาช่วยเดินเครื่อง และควบคุมเครื่องเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 5 วัน ติดต่อกันภายหลังส่งมอบงาน

1.21.3 ค่าใช้จ่ายในการจัดฝึกอบรมและจัดหาช่างผู้ชำนาญดังกล่าว เป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

1.22 หนังสือคู่มือการใช้ การบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำหนังสือคู่มือการใช้ การบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์ประกอบด้วยวิธีใช้ และวิธีการบำรุงรักษา รายการอะไหล่ และอื่น ๆ ที่จำเป็น เป็นภาษาไทย และ/หรือภาษาอังกฤษ สำหรับเครื่องและอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ผู้รับเหมานำมาใช้ โดยเย็บเข้าเล่มอย่างดี และหากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่นให้ทำการส่งมอบให้แก่เจ้าของโครงการจำนวน 4 ชุดในวันส่งมอบงาน

1.23 การรับประกัน

1.23.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพ และสมรรถนะของเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ที่ผู้รับจ้างได้จัดหาและติดตั้งภายในระยะเวลา 2 ปี นับจากวันที่ส่งมอบงาน

1.23.2 ภายในช่วงเวลาการรับประกัน หากเครื่องวัสดุ และอุปกรณ์เสียหาย หรือเสื่อมคุณภาพอันเนื่องจากการใช้งานตามปกติ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพดีเช่นเดิมโดยเร็ว และรับผิดชอบในค่าใช้จ่ายทั้งหมด

1.23.3 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการเปลี่ยน และ/หรือแก้ไขวัสดุอุปกรณ์และข้อผิดพลาดอื่น ๆ ที่ผิดไปจากข้อกำหนด ซึ่งเจ้าของโครงการได้ตรวจพบภายหลัง หากผู้รับจ้างไม่ดำเนินการเปลี่ยน และ / หรือแก้ไขให้เจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ที่จะดำเนินการเอง แล้วคิดค่าใช้จ่ายทั้งหมดกับผู้รับจ้าง

1.24 การบริการ

1.24.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดช่างผู้ชำนาญงานในแต่ละระบบไว้สำหรับการตรวจ ซ่อมแซมและบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดี เป็นประจำทุกเดือนภายในระยะเวลา 2 ปี รวมอย่างน้อย 24 ครั้ง

1.24.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงานผลการตรวจสอบเครื่อง และอุปกรณ์ รวมทั้งการบำรุงรักษาทุกครั้ง เสนอต่อเจ้าของโครงการภายใน 7 วัน นับจากวันที่บริการ

1.24.3 ในกรณีเจ้าของโครงการมีความจำเป็นต้องใช้บริการฉุกเฉิน นอกเวลาทำงานปกติ ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำให้โดยเร็ว

1.25 การส่งมอบงาน

1.25.1 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ ตามที่เจ้าของโครงการจะกำหนดให้ทดสอบจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจว่าเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ เหล่านั้นสามารถทำงานได้ดี ถูกต้องตามข้อกำหนดทุกประการ

1.25.2 รายการสิ่งของต่าง ๆ ต่อไปนี้ที่ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบให้แก่เจ้าของโครงการในวันส่งมอบงานถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจรับมอบงานด้วยคือ

1. แบบสร้างจริง
2. หนังสือคู่มือการใช้ และบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์
3. เครื่องมือพิเศษสำหรับในการปรับแต่งซ่อมบำรุงเครื่อง และอุปกรณ์ ซึ่งผู้ผลิตส่งมาด้วย
4. อะไหล่ต่าง ๆ ตามข้อกำหนด

1.25.3 ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการทดสอบเครื่อง และระบบ เช่น ค่าน้ำ ค่าไฟฟ้า อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าทั้งสิ้น

หมวดที่ 2 ข้อกำหนดคุณภาพของเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์

2.1 ข้อกำหนดคุณภาพของเครื่องวัสดุและอุปกรณ์

รายละเอียดเฉพาะมีอยู่ในหัวข้อหลังจากนี้ เป็นการเสนอข้อกำหนดรายการต่างๆ ที่ผู้เสนอราคาจักต้องแจ้งรายละเอียดให้ทราบ และเมื่อได้ยอมรับแล้วก็จะเป็นส่วนหนึ่งของสัญญา

2.2 เครื่องปรับอากาศระบบน้ำยารวมศูนย์ (VRF)

2.2.1 ความต้องการทั่วไป

2.2.1.1เป็นเครื่องปรับสภาวะอากาศภายในห้องที่ทำการติดตั้งให้มีอุณหภูมิเย็นสบายตามต้องการ

2.2.1.2 เป็นเครื่องใหม่ที่ไม่เคยใช้งานมาก่อนและบริษัทยังทำการผลิตและจำหน่ายอยู่ในปัจจุบันประกอบเรียบร้อยจากโรงงานผู้ผลิต มีขนาดตามที่กาหนดในแบบ และ**มีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ** COP (Coefficient of Performance)**ไม่น้อยกว่าตามที่ระบุไว้ในแบบ**

2.2.1.3 ใช้สารทำความเย็น R-410A

2.2.2 เครื่องระบายความร้อน (Condensing unit)

2.2.2.1 ตัวถัง ทำจากแผ่นเหล็กที่ผ่านขบวนการกันสนิมหรือ Fiberglass Reinforced Polyester และผ่านขบวนการเคลือบ และอบสี ซึ่งสามารถป้องกันการกัดกร่อนจากบรรยากาศภายนอกได้เป็นอย่างดี เหมาะสำหรับการติดตั้งกลางแจ้ง

2.2.2.2 คอมเพรสเซอร์ (Compressor) เป็นแบบเชื่อมปิดสนิท (Welded Shell Hermetic Type) ชนิด Twin Rotary หรือ ชนิด Scroll Compressor 1 ชุด หรือ 2 ชุดทำงานร่วมกัน ซึ่งสามารถปรับระดับการการทำงานได้(Inverter Control) คอมเพรสเซอร์แต่ละชุดต้องติดตั้งอยู่บนฐานที่แข็งแรง และมีลูกยางกันกระเทือนรองรับ สามารถใช้ชุดคอยล์ร้อนแบบต่อพ่วงผสม(Combination) กรณีที่มีขนาดการทำความเย็นสูง

2.2.2.3 การสตาร์ทของคอมเพรสเซอร์ทั้ง 2 ชุดเป็นแบบ Automatic Sequence และสำหรับรุ่นที่มีคอมเพรสเซอร์ 2 ชุด อย่างน้อยต้องมีคอมเพรสเซอร์ทำงานได้ 1 ชุดในกรณีที่คอมเพรสเซอร์มีปัญหา และเพื่อให้มีอายุการใช้งานของคอมเพรสเซอร์ทุกชุดใกล้เคียงกัน คอมเพรสเซอร์ทุกชุดสามารถทำงานแทนกันได้ ระหว่างเกิดความเสียหายของคอมเพรสเซอร์หรือรอการซ่อมบำรุง

2.2.2.4 การทำงานของคอมเพรสเซอร์ทั้งหมด ต้องควบคุมด้วย Microprocessor สามารถปรับรอบการทำงานของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์โดยควบคุมด้วย Inverter โดยทำงานตามภาวะความเย็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น

2.2.2.5 มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ มีอุปกรณ์ป้องกันเมื่อเกิดความร้อน หรือกระแสเกินเกณฑ์ ทุกเครื่อง

2.2.2.6 พัดลมแบบใบพัด (Propeller) หรือแบบกรองกระรอก (Centrifugal) ขับเคลื่อนโดยตรงจากมอเตอร์พัดลมต้องได้รับการถ่วงดุลย์ (Static and, Dynamic Balance) มาจากโรงงานผู้ผลิต มีตระแกรงป้องกันอุบัติเหตุ

2.2.2.7 แผงระบายความร้อน (Condenser Coil) ทำด้วยท่อทองแดงชนิดมีร่องแบบไม่มีตะเข็บ หรือชนิดมีร่องเกลียวภายใน (Inner Grooved Tubing) อัดยึดติดกันกับครีบอลูมีเนียม อย่างสม่ำเสมอโดยวิธกล (Mechanical Bonding) ให้สามารถป้องกันการกัดกร่อนจาก บรรยากาศภายนอกได้เป็นอย่างดี

2.2.2.8 มอเตอร์พัดลม มีอุปกรณ์ป้องกันเมื่อเกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์

2.2.2.9 ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 V / 3ø / 50 Hz หรือตามที่ระบุในแบบ

2.2.3 **เครื่องส่งลมเย็น** (Fan coil unit)

2.2.3.1 ตัวถังเครื่องส่งลมเย็น (Casing) ทำด้วยเหล็กอาบสังกะสีภายในบุด้วยฉนวนกันความร้อน ถาดรองน้ำทิ้งบุด้วยฉนวนกันความร้อนประกอบอยู่ในตัวถัง ประกอบมาเสร็จเรียบร้อยจากโรงงานผู้ผลิต

2.2.3.2 อุปกรณ์ควบคุมน้ำยาเป็นแบบ Microprocessor ซึ่งเชื่อมโยงสัญญาณกับชุดควบคุมของคอนเดนซิ่งยูนิต เครื่องส่งลมเย็นทุกเครื่องมีชุด Electronic Expansion Valve เป็นตัวควบคุมปริมาณน้ำยาตามภาระความเย็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น โดยทำงานร่วมกับอุปกรณ์วัดอุณหภูมิของสารทำความเย็น (Refrigerant Temperatures Sensor) อุปกรณ์วัดความดันของสารทำความเย็น (Pressure Sensor) อุปกรณ์วัดอุณหภูมิอากาศที่ไหลเข้าแผงคอยล์เย็น (Inlet Air Temperature Sensor) และชุดควบคุมอุณหภูมิ (Thermostat)

2.2.3.3 พัดลมเป็นแบบหอยโข่ง (Centrifugal, Turbo Fan) หรือแบบใบพัดยาว (Cross Flow Fan) พัดลมจะต้องได้รับการตรวจหรือปรับทางด้าน Statically หรือ Dynamically Balanced มาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต

2.2.3.4 มอเตอร์ขับพัดลมแบบ Direct-drive หรือ Permanent Split Capacitor ปรับปริมาณลมได้อย่างน้อย 2 ระดับ

2.2.3.5 แผงคอยล์เย็น เป็นท่อทองแดงชนิดไม่มีตะเข็บ หรือชนิดมีร่องเกลียวภายใน ซึ่งยึดติดกันอย่างสม่ำเสมอโดยวิธีกล และแผงคอยล์เย็นแต่ละชุดเมื่อติดตั้งหรือประกอบเข้าชุดกับเครื่องระบายความร้อนจะต้องจ่ายความเย็น (Rate of Refrigeration) ได้ตามที่ระบุในแบบ

2.2.3.6 ระบบไฟฟ้าและควบคุมการทำงาน มีสวิทซ์ปิด-เปิดเครื่อง พร้อมทั้งปรับความเร็วพัดลม ทั้งสวิตซ์ติดอยู่ที่เครื่อง หรือเป็นชนิดตั้งแยก (Remote Type) ตามที่ระบุในแบบ

2.2.3.7 เครื่องส่งลมเย็นแบบ Cassette Type ทุกขนาดจะต้องเป็นชนิดที่มีปั๊มน้ำทิ้งในตัวเครื่อง (Drain Lift Pump) พร้อมทั้งระบบตัดการทำงานของเครื่องส่งลมเย็นเมื่อเครื่องสูบน้ำมีปัญหาไม่ทำงาน

2.2.3.8 ใช้กับระบบไฟฟ้า 220 V / 1ø / 50 Hz หรือตามที่ระบุในแบบ

2.2.4 VRF CENTRAL CONTROL

2.2.4.1 ใช้สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศทั้ง Condensing unit และ Fan coil unit ได้จากส่วนกลาง (Central Controller)

2.2.4.2 ต้องเป็นยี่ห้อเดียวกันกับระบบปรับอากาศ

2.2.4.3 สามารถควบคุมระบบปรับอากาศบนหน้าจอคอมพิวเตอร์อื่นๆ ผ่านระบบ Network พร้อมทั้งแสดง Layout ตำแหน่งเครื่องปรับอากาศนั้นๆ ได้ เพื่อความสะดวกในการควบคุม

2.2.4.4 หน้าจอเป็นแบบ Touch Screen

2.2.4.5 สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องส่งลมเย็นได้ไม่น้อยกว่า 64 ชุด โดยสามารถควบคุมการ เปิด-ปิด ตั้งเวลาการทำงาน ปรับอุณหภูมิ ปรับปริมาณลม ล็อกการทำงานของเครื่องส่งลมเย็นแต่ละเครื่อง ได้ เช่น ห้ามเปิด ห้ามปิด ห้ามปรับอุณหภูมิ ห้ามปรับปริมาณลม ล็อกอุณหภูมิขั้นต่ำ

2.2.4.6 เชื่อมต่อกับระบบ Fire Alarm เพื่อสั่งปิดระบบปรับอากาศ เมื่อได้รับสัญญาณจากระบบ Fire Alarm ได้

2.2.5 **แผงกรองอากาศ** (Filter)

2.2.5.1 แผงกรองอากาศเป็นชนิด Polyester หรืออลูมิเนียม มีประสิทธิภาพอย่างน้อย MERV 7 (Minimum Efficiency Reporting Value ตามมาตรฐาน ASHRAE 52.2-2012) อยู่ในกรอบที่แข็งแรงและสามารถทำความสะอาดได้

2.2.6 **เทอร์โมสตัท** (Thermostat)

2.2.6.1 เทอร์โมสตัทเป็นชนิด Electronic มีความแม่นยำสูงแบบติดผนัง

2.2.6.2 รองรับ ระบบควบคุมกลาง (Central Controller) เป็นชุดควบคุมเครื่องปรับอากาศ VRV/VRF ทั้งระบบทั้งคอนเดนซิ่งยูนิต และเครื่องส่งลมเย็น โดยจะต้องสามารถแสดงสถานะการทำงานและแจ้งเตือนเมื่อเครื่องมีปัญหา พร้อมทั้งสามารถกำหนดเวลาการเปิด-ปิดได้

2.2.6.3 สามารถรองรับระบบ BAS (Building Automation system) หรือ Building Management Computer สำหรับในอนาคต ผ่านทาง LONWORKS หรือ BACnet network

2.2.7 **ท่อน้ำยา** (Refrigerant Pipe)

2.2.7.1 ท่อสารทำความเย็น ใช้ท่อทองแดงแบบแข็งชนิดเส้น ความหนา และขนาดของท่อเป็นไปตามที่ผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศกำหนด ประกอบด้วยท่อสารทำความเย็นเหลว (Liquid) และท่อก๊าซหรือท่อดูด (Gas or Suction) โดยมีท่อทั้งสองชนิดเพียงเส้นเดียวเชื่อมต่อระหว่างชุดระบายความร้อนกับเครื่องเป่าลมเย็น

2.2.7.2 ข้อต่อและทางแยก (Branching Joint and Header) ต้องเป็นอุปกรณ์ของผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศโดยเฉพาะ ติดตั้งทุกทางแยกของระบบท่อสารทำความเย็น โดยการเลือกใช้อุปกรณ์ ขนาดและตำแหน่งติดตั้งให้ใช้ตามที่ผู้ผลิตแนะนำ ทางแยกถ้ามีหลายชนิดต้องสามารถใช้ร่วมกันได้โดยไม่มีข้อจำกัด ไม่อนุญาติให้ใช้ข้อต่อที่ทำการดัดเอง

2.2.8 **ฉนวน** (Insulation)

2.2.8.1 ฉนวนที่ใช้สำหรับระบบ VRV/VRF บริเวณจุดต่อทั้งหมดต้องเป็นของผลิตสำเร็จรูปมาจากโรงงานผู้ผลิต หรือได้รับการรับรองมาตรฐานเดียวกับผลิตภัณฑ์

2.2.8.2 การตัดต่อประกอบฉนวนส่วน ข้อต่อบริเวณที่ฉนวนสำเร็จรูปไม่สามารถกระทำได้ ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ออกแบบเป็นกรณี ๆ ไป

2.2.8.3 การติดตั้งฉนวนหุ้มท่อสำเร็จรูป (Pre-Insulated Pipe) จะต้องติดตั้งตามวิธีการ และข้อแนะนำของผู้ผลิตเท่านั้น สำหรับการติดตั้งฉนวนและปลอก (Jacket) จุดเชื่อมต่อท่อตรง, วาล์ว และข้อต่อข้องอของท่อ ที่หน้างานสารเคมีที่ใช้ในการผสมต้องเป็นผลิตภัณฑ์ จากผู้ผลิตรายเดียวกันกับผู้ผลิตท่อหุ้มฉนวนสำเร็จรูปเท่านั้น

2.2.9 **ท่อน้ำทิ้ง**

2.2.9.1 ท่อน้ำทิ้งจาก AHU ใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี และหุ้มด้วยฉนวนยาง Elastomeric หนา 20 มิลลิเมตร (3/4") สำหรับท่อน้ำทิ้งจากเครื่อง FCU ใช้ท่อ PVC แข็ง Class 13.5 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 17 – 2524 อุปกรณ์ข้อต่อท่อจะต้องใช้ชนิดที่มีความหนาตาม

ประเภทท่อที่ใช้ และใช้น้ำยาต่อท่อตามคำแนะนำของผู้ผลิตหุ้มด้วยฉนวนยาง Elastomeric หนา 15 มิลลิเมตร (1/2")

2.2.9.2 ท่อระบายน้ำทิ้งจากเครื่องเป่าลมเย็นต้องมี Tap และลาดเอียงไปทางปลายทางไม่น้อยกว่า 1 นิ้วต่อความยาว 10 ฟุต หรือ Slope ประมาณ 1 ต่อ 100 หาก Slope น้อยกว่า 1 ต่อ 100 ให้เลือกขนาดท่อใหญ่ขึ้นถัดไป ขนาดท่อใช้ตามตารางดังนี้.-

ขนาดท่อเดรน (นิ้ว)	***ขนาดเครื่องเป่าลมเย็น (ตันความเย็น)***	
	(ท่อแนวนอน)	(ท่อแนวตั้ง)
¾	0 – 2	0 – 3
1	2 – 5	3 – 8
1 ¼	5 – 30	8 – 50
1 ½	30 – 50	50 – 75
2	50 – 170	75 – 250
3	170 – 300	250 – 400
4	300 – 430	400 – 600
5	430 - 600	600 - 900

2.3 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

2.3.1 การรองรับขีดความสามารถทำความเย็น

ให้แนบหนังสือรับรองของบริษัทผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศ แจ้งว่าเครื่องปรับอากาศมีแผนแบบประกอบเครื่องอุปกรณ์ต่างๆ แล้วทำการทดสอบตามมาตรฐานของสถาบันวิทยาการใด กรณีที่เครื่องปรับอากาศเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ให้แนบสำเนาหนังสือรับรองของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์มาพร้อมด้วย

เครื่องปรับอากาศใช้สารทำความเย็นที่ต้องไม่ส่งผลกระทบต่อชั้นบรรยากาศโอโซนและไม่มีการประกาศยกเลิกในอนาคต เช่น HFC-32, HFC-410a เป็นต้น

2.3.2 ความคงทนการใช้งาน

ชุดเครื่องปรับอากาศ ต้องเป็นชุดที่ผู้ผลิตได้เคยผลิตจำหน่ายต่อเนื่องกันมาเป็นเวลาเกินกว่า 2 ปี มาแล้วจนถึงวันยื่นซองประกวดราคา และรับรองว่าไม่เคยมีปัญหาติดขัดร้ายแรง (Epidemic Rate of Failures) อะไร

2.3.3 เครื่องส่วนประกอบสำคัญและอุปกรณ์ควบคุมสารเหลว

2.3.3.1 คอมเพรสเซอร์

ต้องแจ้งให้ทราบรายละเอียดของคอมเพรสเซอร์ เช่น ยี่ห้อ โมเดล พิกัดไฟฟ้า ขีดความสามารถทำความเย็น อุปกรณ์ป้องกันโอเวอร์โหลด ชื่อบริษัทผู้ผลิตในประเทศไหน

2.3.3.2 มอเตอร์พัดลม

ต้องแจ้งให้ทราบรายละเอียดของมอเตอร์พัดลม เช่น ยี่ห้อ โมเดล พิกัดไฟฟ้า ความเร็วรอบ อุปกรณ์ป้องกันโอเวอร์โหลด ชื่อบริษัทผู้ผลิตในประเทศไหน

2.3.3.3 พัดลม

แจ้งให้ทราบว่าใช้วัสดุอะไร แบบ ขนาด ปริมาณลมส่งที่ความดันลมส่งเท่าใด หากเป็นเครื่องที่ปรับรอบหมุนของพัดลมได้ ให้บอกว่าส่งลมได้เท่าใดในแต่ละภาวะ

2.3.3.4 คอยล์

แจ้งให้ทราบถึงขนาดท่อ ความหนาของครีบ จำนวนครีบต่อนิ้ว จำนวนชั้นและพื้นที่รวม

2.3.3.5 อุปกรณ์ควบคุมสารเหลว

ให้ใช้ Thermostatic Expansion Valve ที่มีพิกัดควบคุมความเย็นสูงสุดประมาณ 90-105% ของพิกัดขีดความสามารถทำความเย็นของคอนเดนซิ่งยูนิต ที่ 40 F Evaporator Temperature and 100 PSI Pressure Drop Across Valve หรือตามขนาดของโรงงานผู้ผลิตซึ่งเป็นอุปกรณ์มาตรฐานติดไว้แล้ว แจ้งให้ทราบยี่ห้อ โมเดล ขนาดต่างๆ พร้อมทั้งรหัสที่บ่งบอกคุณลักษณะด้วยกรณีที่ใช้แคปทิวบ์เป็นมาตรฐานของโรงงานให้แจ้งว่าติดไว้ตรงไหน ถ้าเป็น orifice เบอร์อะไร

2.3.3.6 วาล์วบริการ

ให้ติดวาล์วบริการด้านสารแก๊ส และสารเหลว พร้อมกับมีหัวต่อสำหรับวัดความดันของสารไว้ที่คอนเดนซิ่งยูนิต

2.3.3.7 ช่องตรวจสารเหลว

ให้ติดช่องตรวจสารเหลวไว้ใกล้กับคอนเดนซิ่งยูนิต

2.3.3.8 กล่องบรรจุอุปกรณ์ไฟฟ้า

อุปกรณ์ไฟฟ้าต้องติดตั้งไว้ในกล่องโลหะ ไม่เป็นสนิมง่าย ป้องกันน้ำหยดตกใส่ ไม่เล็กเกินไป จนทำให้สายไฟฟ้าต่อชิดกับกล่อง

2.3.4 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนใช้กำลังไฟฟ้าซิงเกิลเฟส

2.3.4.1 แฟน-คอยล์

เป็นแบบตั้งพื้น แขวนใต้ฝ้าเพดาน หรือเกาะติดผนัง ส่งลมเย็นออกโดยตรง เพดาน

2.3.4.2 พัดลม

ล้อพัดลมต้องเป็นแบบ Centrifugal, forward – curved or airfoil blades, double-inlet ทำด้วยโลหะชุบกันสนิม หรือพลาสติก ถ่วงดุลตามมาตรฐาน โกร่งพัดลมเป็นโลหะชุบป้องกันสนิม เมื่อติดเข้าชุดแล้วต้องอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง มีหมุดเกี่ยวขันล็อกให้พัดลมติดกับเพลาของมอเตอร์

2.3.4.3 มอเตอร์

มอเตอร์ต้องเป็นแบบ Permanent split capacitor with inherent thermal protection 220V, single phase, 50 hertz มีที่หยอดน้ำมันหล่อลื่น ปรับรอบความเร็วได้ไม่น้อยกว่า 3 ระดับ โดยการใช้สวิตช์เลือกตำแหน่ง สายไฟฟ้ามีฉนวนสีเพื่อให้สังเกตได้ง่าย มียางหนุนรัดติดมอเตอร์เพื่อลดการสั่นสะเทือน

2.3.4.4 คอยล์

อีแวพอเรเตอร์คอยล์ ต้องประกอบด้วยท่อทองแดงและแผ่นครีบอลูมิเนียมโดยเบ่งท่อให้ติดแน่นกับแผ่นครีบ จำนวนชั้น แถวของท่อ การแบ่งเซอร์กิตและความถี่ของแผ่นครีบ ให้เป็นไปตามดีไซน์ของโรงงานผู้ผลิต ผ่านการทดสอบขจัดรอยรั่วและทำความสะอาดภายในพร้อมอัดสารความเย็นป้องกันการเกิดออกไซด์ ก่อนส่งออกจำหน่ายต้องมีแผ่นปิดข้างสำหรับยึดตัวคอยล์และมีแผ่นปิดส่วนอื่น เพื่อให้ลมผ่านคอยล์มากที่สุด ปลายท่อคอยล์ของท่อคอยล์ต้องยาวเพียงพอที่จะต่อเข้ากับ Thermostatic expansion valve ได้ง่าย

2.3.4.5 ถาดรับน้ำกลั่นตัวจากคอยล์

ถาดต้องมีฉนวนป้องกันน้ำกลั่นตัวจับใต้ถาด ช่องห่างต่างๆ ต้องอุดด้วยสารเพื่อมิให้น้ำรั่ว มีรูระบายน้ำออก ตรงรูระบายน้ำให้มีหัวต่อท่อเพื่อสวมท่อยึดไว้แน่นไม่ให้น้ำรั่วซึม ถ้าเป็นแบบแขวนให้มีทั้ง 2 ข้างเพื่อเลือกข้างต่อท่อได้สะดวก

2.3.4.6 ฉนวนห้องลมเย็น

ฉนวนต้องเป็นวัสดุแผ่นสำเร็จ เช่น โฟมไม่ติดไฟ มีค่าความเป็นฉนวนเพียงพอที่จะป้องกันไอน้ำของอากาศนอกตัวเครื่องกลั่นตัวจับ ฉนวนต้องติดแน่นกับผนังด้านในไม่หลุดเผยอ ต้องเรียบร้อยไม่เกิดน้ำกลั่นตัวตรงจุดใด เพราะฉนวนหุ้มไม่หมด

2.3.4.7 แผงและการพ่นสีแผง

แผงต่างๆ และแผงตัวถังต้องเป็นเหล็กกล้าอาบชุบป้องกันสนิม แผงต้องได้รับการพ่นสีอีนาเมลอบแห้ง ส่วนที่อยู่ติดผนังอาจไม่ต้องพ่นสีก็ได้

2.3.4.8 แผงด้านหน้าหรือแผงเปิดบริการ

แผงด้านหน้าหรือแผงเปิดบริการ ต้องถอดออกง่ายเพื่อตรวจและเปลี่ยนชิ้นส่วนได้โดยสะดวก

2.3.4.9 แถบต่อสายไฟฟ้า

ให้มีแถบต่อสายไฟฟ้าสำหรับเสียบสาย ส่วนฉนวนต้องมีพิกัดเกิน 220 โวลต์

2.3.4.10 แผงกรองฝุ่น

วัสดุกรองฝุ่นให้เป็นแบบใยสังเคราะห์ ล้างน้ำได้ ติดอยู่กับโครงเพื่อสอดเข้าที่ได้สนิท หรือเป็นแบบเส้นริ้วอลูมิเนียม อัดกรอบติดเข้ากับช่องลมกลับ ตามดีไซน์ของเครื่องรุ่นนั้นๆ

2.3.5 คอนเดนซิ่งยูนิต

ต้องเป็นแบบระบายความร้อนด้วยลม เป่าลมขึ้นหรือเป่าลมตามแนวนอน

2.3.5.1 คอมเพรสเซอร์

คอมเพรสเซอร์ต้องเป็นแบบลูกสูบ (Reciprocating) แบบโรตารี่ หรือแบบสโครล เป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นไปตามมาตรฐานคอมเพรสเซอร์ที่ยอมรับในประเทศ ต้องมีผู้แทนโรงงานคอมเพรสเซอร์นี้ในประเทศไทยที่จะให้การรับรองรายละเอียด เป็นคอมเพรสเซอร์ที่ไม่เคยใช้งานมาก่อนใช้กำลังไฟฟ้าชิงเกิลเฟส, 220 โวลต์, ความถี่ 50 เฮิรตซ์, สารความเย็น R-22 มอเตอร์ของคอมเพรสเซอร์ต้องมีอุปกรณ์ปกป้อง หยุดทำงานเมื่อร้อนจัดและมีอุปกรณ์ควบใช้งานกับคอมเพรสเซอร์ ไม่น้อยกว่ารายการที่ระบุ ดังนี้

Start Capacitor	Start Relay	Timer (3 to 5 minutes)
Run Capacitor	Contactor	Low Pressure Switch

รวมกันอยู่ในที่ป้องกันน้ำได้ คอมเพรสเซอร์ต้องได้รับการระบายลมเพื่อลดความร้อนออกตามเกณฑ์ คอมเพรสเซอร์แบบโรตารี่ หรือแบบสโครล อาจไม่มี Start Capacitor ผู้ผลิตต้องระบุให้ชัดเจน ส่วน Low Pressure Switch จะต้องมี rating ไม่เปิดวงจรคอนสตาร์ท เพราะอากาศเย็น ให้มีอุปกรณ์ควบคุมระหว่างสตาร์ทเพื่อให้สตาร์ทได้

2.3.5.2 มอเตอร์ของพัดลมคอนเดนเซอร์

มอเตอร์พัดลมคอนเดนเซอร์ต้องเป็นชนิด Permanent split capacitor with inherent thermal protection, 220V, single phase, 50 hertz ฝาครอบสวมแกนป้องกันน้ำ ถ้าเป็นแบบติดในแนวตั้ง ให้ยึดรับมอเตอร์ไว้กับโครงอย่างมั่นคง

2.3.5.3 พัดลม

ใบพัดลมทำด้วยโลหะหรือพลาสติก ถ่วงดุลการหมุนตามมาตรฐานปรับตั้งให้ถูกตำแหน่งกับออริฟิศ

2.3.5.4 คอยล์

คอนเดนเซอร์คอยล์ต้องประกอบด้วยท่อทองแดง และแผ่นครีบอลูมิเนียมโดยเบ่งท่อให้ติดกับแผ่นครีบอย่างแน่นตลอดเวลา จำนวนชั้น แถวของท่อ การแบ่งเซอร์กิต และความถี่ของแผ่นครีบ ให้เป็นไปตามดีไซน์ของโรงงานผู้ผลิต ผ่านการทดสอบ ขจัดรอยรั่วและทำความสะอาดภายใน บรรจุสารความเย็นไว้ หรืออัดสารความเย็นป้องกันออกไซด์ไว้ให้พ่นสีพิเศษเพื่อมิให้ครีบอลูมิเนียมชั้นนอกดูเห็นเป็นสีขาว ให้ยึดคอยล์ไว้กับโครงอย่างมั่นคง และมีตะแกรงป้องกันคอยล์ชั้นนอกด้วย

2.3.5.5 ตัวถัง

แผ่นเหล็กตัวถังและฐานต้องเป็นเหล็กกล้าชุบสนิม ทำความสะอาดโดยตลอดแล้วพ่นสีอีนาเมลอบแห้ง ส่วนที่ให้ลมผ่านคอยล์คอนเดนเซอร์ใช้เหล็กตะแกรงพ่นสี เหล็กตะแกรงป้องกันใบพัดลมก็เช่นเดียวกัน แผ่นฐาน ต้องมีรูระบายน้ำให้ออกจนหมด และมีรอยสกัดเพื่อต่อท่อสายไฟฟ้า มีฝาเปิดเพื่อตรวจบริกา คอมเพรสเซอร์ และระบบควบคุม ส่วนข้างหนึ่งกั้นช่องสำหรับบรรจุคอมเพรสเซอร์ มีวัสดุลดเสียงคอมเพรสเซอร์อย่างใดอย่างหนึ่ง

2.3.5.6 สารความเย็น

คอนเดนซิ่งยูนิตต้องบรรจุสารความเย็นที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมหรือสารความเย็นชนิดใหม่ มีปริมาณน้ำหนักถูกต้องจากโรงงานผู้ผลิต หากบรรจุไว้ไม่เพียงพอจักต้องบรรจุเพิ่มให้เพียงพอ โดยวิธีชั่งน้ำหนักขเริ่มต้นเดินเครื่อง หรือตามวิธีการระบุในคู่มือ

2.3.5.7 แผนภาพวงจรไฟฟ้า

จักต้องมีแผนภาพวงจรไฟฟ้าสำหรับคอนเดนซิ่งยูนิตนั้นๆ ติดไว้ในที่เหมาะสมไม่หลุดลอกออกง่าย

2.3.6 ระบบท่อ

2.3.6.1 ท่อน้ำทิ้งจากเครื่องปรับอากาศ เป็นท่อ P.V.C. CLASS 8.5 หุ้มด้วย CLOSED CELL ELASTOMERIC ขนาดความหนา 1/2 นิ้ว และพันทับด้วย P.V.C. TAPE ชนิดกว้าง 3"

2.3.6.2 ท่อสารน้ำยา REFRIGERANT TUBE เป็นท่อทองแดงผ่านกรรมวิธีการผลิตแบบรีดเย็นชนิดหนาปานกลางหรือแบบรีดร้อนชนิดหนา การหุ้มฉนวน หุ้มท่อสารน้ำยาด้านดูด (SUCTION) หรือหุ้มทั้งสองท่อตามคำแนะนำของผู้ผลิต โดยหุ้มแยกกันด้วย CLOSED CELL ELASTOMERIC ขนาดความหนา 3/4 นิ้ว และพันทับด้วย P.V.C. TAPE ชนิดกว้าง 3"

2.4 พัดลมระบายอากาศ

2.4.1 ข้อกำหนดทั่วไปของพัดลมระบายอากาศ

2.4.1.1 ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาและติดตั้งพัดลมระบายอากาศต่างๆ ตามแบบและรายการอุปกรณ์พร้อมอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามมาตรฐานผู้ผลิตและตามความจำเป็นสำหรับการใช้งาน

2.4.1.2 พัดลมระบายอากาศต้องเป็นรุ่นมาตรฐาน (Standard Model) ของผู้ผลิตที่ออกแบบมาสำหรับใช้กับระบบไฟฟ้า 50 Hz และมีความสามารถในการระบายอากาศได้ไม่น้อยกว่าข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์

2.4.1.3 Gravity Shutter ต้องเป็นแบบที่ทนทานต่อการใช้งานภายนอกอาคารได้เป็นอย่างดี (Weather Proof) ใบปิด-เปิด ทำด้วยอลูมิเนียมหลายใบเรียงซ้อนกันประกอบอยู่ในโครงเหล็กแข็งแรง

ปลายใบในส่วนที่ปิดซ้อนกันต้องแนบสนิท สามารถป้องกันลมและฝนภายนอกได้ไม่น้อยกว่าข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์

2.4.1.4 โดยทั่วไปความดังของเสียงจะต้องไม่เกิน 80 dB (Re. 10-12 W) ที่ Octave Band 2-8 และสำหรับพัดลมที่ติดตั้งในลักษณะ Free Blow จะต้องดังไม่เกิน 60 dB (Re. 10-12 W) ที่ Octave Band 2-8 ถ้าหากเสียงดังเกินกว่านี้ จะต้องติดตั้งอุปกรณ์เก็บเสียงที่เหมาะสมเพื่อลดระดับเสียงให้อยู่ในระดับที่เทียบเท่ากันนี้

2.4.1.5 ถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น มอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนพัดลมผ่านชุดสายพานขับเคลื่อนเป็นแบบ TEFC, Squirrel Cage, Induction Motor ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 V, 3ø, 50 Hz หรือ 220 V, 1ø, 50 Hz มาตรฐาน IEC, Synchronous Speed 1,450 rpm, Insulation Class F, Rotor Torque, Class 1.3 สำหรับมอเตอร์ขนาดเล็กกว่า 0.55 kW (3/4 hp) และ Rotor Torque, Class 1.6 สำหรับมอเตอร์ที่โตกว่าและเท่ากับ 0.55 kW (3/4 hp), Class of Protection ไม่ต่ำกว่า IP44, Mounting Arrangement จะต้องเหมาะสมกับลักษณะการติดตั้งพัดลม

2.4.2 พัดลมแบบ Propeller

2.4.2.1 ใบพัดลมและโครงทำด้วยเหล็ก อลูมิเนียมหรือพลาสติกทนความร้อนประกอบและผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมมาจากโรงงานผู้ผลิต ถ้าติดตั้งในบริเวณที่มีลักษณะเป็นสำนักงานที่ต้องการสวยงาม จะต้องเป็นรุ่นที่ออกแบบมาให้มีรูปร่างที่สวยงาม

2.4.2.2 Gravity Shutter ติดตั้งไว้ที่ด้านลมออก ขณะพัดลมหยุดหมุนสามารถปิดได้สนิทเป็นแบบ Multiblade Gravity Shutter

2.4.2.3 พัดลมที่ติดตั้งยึดกับผนังอาคาร ต้องมีแผ่นยางรองโดยรอบระหว่างโครงพัดลมกับผนังความหนาของยางรองไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร (1/8")

2.4.2.4 ใบพัดลมชนิดทำด้วยอลูมิเนียมต้องมี Wire Guard ป้องกันอันตรายยึดติดกับโครงพัดลมทางด้านดูดอากาศเข้า

2.4.3 พัดลมแบบ Mini Sirocco

2.4.3.1 พัดลมระบายอากาศเป็นรุ่นมาตรฐาน (Standard Model) ของผู้ผลิตที่ออกแบบสำหรับใช้กับงานตามที่ระบุ โดยสามารถทำงานได้ที่ Air Flow และ Static Pressure ไม่น้อยตามที่ระบุในแบบ

2.4.3.2 ใบพัด (Fan Wheel) เป็นชนิด Centrifugal, Forward Curve ทำจาก Hot Dip Sinc Coated Steel Sheet

2.4.3.3 สามารถติดตั้งกับท่อลม ได้ทุกทิศทาง ทั้งแนว Vertical และ Horizontal

2.4.3.4 ระดับเสียงอยู่ในเกณฑ์ต่ำ โดยทั่วไปความดังของเสียงที่ด้านทางเข้า (Inlet Sound Pressure Level) จะต้องไม่เกิน 60 dBA ที่ระยะ 1.5 ม. จากตัวพัดลม หากมีเสียงดังเกินกว่ากำหนดผู้รับเหมาจะต้องติดตั้งอุปกรณ์เก็บเสียงที่เหมาะสม เพื่อลดระดับเสียงให้อยู่ในระดับที่กำหนด

2.4.4 พัดลมแบบ Ceiling Mount Exhaust

2.4.4.1 ใบพัดลมเป็นแบบ Propeller หน้ากากระบายอากาศทำจากอลูมิเนียมหรือพลาสติกที่ถอดได้ และดูสวยงามรวมทั้ง Gravity Shutter ทางด้านออกของพัดลม

2.4.4.2 ในกรณีที่พัดลมต่อกับท่อลมจะต้องมีอลูมิเนียม หรือ PVC Flexible Duct ช่วงหนึ่งยาวอย่างน้อย 0.60 เมตร เพื่อให้สามารถปลดตัวพัดลมจากท่อระบายอากาศได้จากภายใต้ฝ้าเพดาน โดยที่ไม่ต้องทำช่องเปิดบริการด้านข้างตัวพัดลมอีก การยึดท่อ Flexible Duct กับตัวพัดลมและท่อลมใช้ Clamp รัดให้สนิท แล้วใช้เทปพันทับ

2.4.5 **พัดลมแบบ** Centrifugal

2.4.5.1 พัดลมระบายอากาศต้องเป็นรุ่นมาตรฐาน (Standard Model) ของผู้ผลิตที่ออกแบบสำหรับใช้กับงานตามที่ระบุ โดยสามารถทำงานได้ที่ Air Flow และ Static Pressure ไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ

2.4.5.2 โดยทั่วไปความดังของเสียงที่ด้านทางเข้า (Inlet Sound Pressure Level) จะต้องไม่เกิน 80 dBA ที่ระยะ 1.5 ม. จากตัวพัดลม หากมีเสียงดังเกินกว่ากำหนด ผู้รับเหมาจะต้องติดตั้งอุปกรณ์เก็บเสียงที่เหมาะสม เพื่อลดระดับเสียงให้อยู่ในระดับที่กำหนด

2.4.5.3 สมรรถณะของพัดลมจะต้องทดสอบและรับรองประสิทธิภาพและระดับเสียงของพัดลม (Sound and Air Performance) จากโรงงานผู้ผลิตตามมาตรฐาน AMCA 210 และ AMCA 310 โดยให้แสดงค่า Sound Power Level มาด้วย

2.4.5.4 ตัวถัง (Fan Housing) ผลิตจากเหล็กแผ่นกล้า และเชื่อมอย่างต่อเนื่องตลอดแนว (Continuous Weld) โครงสร้างประกอบกับตัวถังจะต้องเชื่อมอย่าง แข็งแรง เพื่อลดการสั่นสะเทือน ผ่านการป้องกันสนิมโดยการพ่นสีฝุ่นชนิด Polyester Urethane ที่ผ่านกระบวนการเตรียมผิวงานอย่างถูกต้อง

2.4.5.5 ใบพัด (Fan Wheel) เป็นชนิด Non-overloading Backwark Inclined ใบพัดจะต้องได้รับการปรับสมดุลย์อย่างถูกต้องทั้งชนิด Static และ Dynamic Balance ตามมาตรฐาน ANSI S2.19, G6.3 และต้องทำงานโดยไม่เกิดเสียงดังรบกวน หรือเกิดความสั่นสะเทือนนอกห้องพัดลม โดยกำหนดให้มีความสั่นสะเทือนของพัดลมได้สูงสุดไม่เกิน 4 มม. ต่อวินาที ที่ความเร็วสูงสุดของพัดลม (Peak Velocity)

2.4.5.6 พัดลมสำหรับสารเคมีหรือไอระเหยที่สามารถติดไฟ หรือเกิดการระเบิด ให้เลือกโครงสร้างของพัดลมชนิด Spark Resistant Constuction แบบ A ตามมาตรฐาน AMCA Standard 99-0401 โดยชิ้นส่วนทุกชิ้นที่สัมผัสกับสารเคมี หรือไอระเหยจะต้องเป็นวัสดุชนิด Nonferrous Aluminum

2.4.5.7 เพลาของพัดลมผลิตจากเหล็กกล้าผ่านการขึ้นรูป และขัดเงาอย่างดี โดยมีความเร็วรอบวิกฤติ (First Critical Speed) สูงกว่าความเร็วรอบใช้งานสูงสุดไม่ต่ำกว่า 25%

2.4.5.8 แบริ่งของพัดลมเป็นชนิดเหมาะกับการใช้งานอย่างต่อเนื่อง (Heavy Duty) ที่จะต้องสามารถอัดจารบีได้ โดยติดตั้งอยู่นอกตัวถังเพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา มีอายุการใช้งานขั้นต่ำ (L10) ไม่น้อยกว่า 200,000 ชั่วโมงตามมาตรฐาน AFBMA ที่ความเร็วรอบสูงสุด

2.4.5.9 พัดลมจะต้องเลือกอย่างเหมาะสมกับจุดทำงาน โดยจะต้องมีขนาดของมอเตอร์ไม่เกินค่าที่ได้ระบุไว้

2.4.5.10 พัดลมชนิด Belt Drive จะต้องมีฝาครอบ (Belt Guard) สำหรับปิดชุดขับ และสายพาน โดยจะต้องสามารถวัดความเร็วรอบพัดลมได้โดยไม่ต้องถอดฝาครอบออก

2.4.6 **พัดลมแบบ** Axial Fan, Adjustable Pitch Angle

2.4.6.1 พัดลมระบายอากาศต้องเป็นรุ่นมาตรฐาน (Standard Model) ของผู้ผลิตที่ออกแบบสำหรับใช้กับงานตามที่ระบุ โดยสามารถทำงานได้ที่ Air Flow และ Static Pressure ไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ

2.4.6.2 โดยทั่วไปความดังของเสียงที่ด้านทางเข้า (Inlet Sound Pressure Level) จะต้องไม่เกิน 80 dBA ที่ระยะ 1.5 ม. จากตัวพัดลม หากมีเสียงดังเกินกว่ากำหนด ผู้รับเหมาจะต้องติดตั้งอุปกรณ์เก็บเสียงที่เหมาะสม เพื่อลดระดับเสียงให้อยู่ในระดับที่กำหนด

2.4.6.3 สมรรถณะของพัดลมจะต้องทดสอบและรับรองประสิทธิภาพและระดับเสียงของพัดลม (Sound and Air Performance) จากโรงงานผู้ผลิตตามมาตรฐาน AMCA 210 และ AMCA 310 โดยให้แสดงค่า Sound Power Level มาด้วย

2.4.6.4 ตัวถัง (Fan Housing) ผลิตจากเหล็กแผ่นกล้า และเชื่อมอย่างต่อเนื่องตลอดแนว (Continuous Weld) โครงสร้างประกอบกับตัวถังจะต้องเชื่อมอย่าง แข็งแรง เพื่อลดการสั่นสะเทือน ผ่านการป้องกันสนิมโดยการพ่นสีฝุ่นชนิด Polyester Urethane ที่ผ่านกระบวนการเตรียมผิวงานอย่างถูกต้อง

2.4.6.5 ใบพัดเป็นชนิด Adjustable Pitch Angle Blade ใบพัดจะต้องได้รับการปรับสมดุลย์อย่างถูกต้องทั้งชนิด Static และ Dynamic Balance ตามมาตรฐาน ANSI S2.19, G6.3 และต้องทำงานโดยไม่เกิดเสียงดังรบกวน หรือเกิดความสั่นสะเทือนนอกห้องพัดลม โดยกำหนดให้มีความสั่นสะเทือนของพัดลมได้สูงสุดไม่เกิน 4 มม. ต่อวินาที ที่ความเร็วสูงสุดของพัดลม (Peak Velocity)

2.4.6.6 เพลาของพัดลมผลิตจากเหล็กกล้าผ่านการขึ้นรูป และขัดเงาอย่างดี โดยมีความเร็วรอบวิกฤติ (First Critical Speed) สูงกว่าความเร็วรอบใช้งานสูงสุดไม่ต่ำกว่า 25%

2.4.6.7 แบริ่งของพัดลมเป็นชนิดเหมาะกับการใช้งานอย่างต่อเนื่อง (Heavy Duty) ที่จะต้องสามารถอัดจารบีได้ โดยติดตั้งอยู่นอกตัวถังเพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา มีอายุการใช้งานขั้นต่ำ (L10) ไม่น้อยกว่า 200,000 ชั่วโมงตามมาตรฐาน AFBMA ที่ความเร็วรอบสูงสุด

2.4.6.8 พัดลมจะต้องเลือกอย่างเหมาะสมกับจุดทำงาน โดยจะต้องมีขนาดของมอเตอร์ไม่เกินค่าที่ได้ระบุไว้

2.5 อุปกรณ์กันสะเทือน

ผู้รับจ้างต้องติดตั้งตัวกันสะเทือน สำหรับอุปกรณ์ปรับอากาศและระบายอากาศ เพื่อป้องกันการส่งผ่านแรงสั่นสะเทือนไปยังโครงสร้างของอาคาร อุปกรณ์ต่อไปนี้ต้องติดตั้งตัวกันสะเทือน

(1) เครื่องปรับอากาศ

(2) พัดลมระบายอากาศ

(3) เครื่องเติมอากาศบริสุทธิ์

2.6 ระบบส่งลมและอุปกรณ์

2.6.1 ข้อกำหนดทั่วไป

2.6.1.1 ท่อลมโดยทั่วไปประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กชุบสังกะสี โดยประกอบสำเร็จรูปจากโรงงาน โดยใช้เครื่องพับขึ้นรูป มีความหนาวิธีการประกอบและการติดตั้งตามที่ระบุไว้ในแบบรายละเอียด ส่วนใดที่ไม่ได้ระบุไว้ในแบบ หรือในรายละเอียดจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ SMACNA และ ASHRAE

2.6.1.2 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบขนาด และแนวทางการเดินท่อลมให้สอดคล้องกับงานติดตั้งในระบบอื่นๆ และจะต้องทำการแก้ไขเมื่อเกิดปัญหาขัดแย้ง

2.6.1.3 ข้อโค้งงอต้องเป็นแบบ Full Radius และมีรัศมีมีความโค้งที่กลางท่อไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความกว้างท่อลม ถ้าไม่สามารถทำได้เนื่องจากสถานที่ติดตั้งจำกัด ให้ใช้ข้องอหักฉาก (Mitre Bend) มี Turning Vane ตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบ ข้อโค้งงอของท่อลมกลม (Round Duct) อาจใช้ Round Flexible Duct ขนาดเดียวกันแทนได้

2.6.1.4 ท่อลมสี่เหลี่ยมที่มีด้านใหญ่สุดเกินกว่า 12 นิ้ว จะต้องทำ Cross-Break และทุกทางแยกของท่อลม (Branch Duct) จะต้องติดตั้ง Splitter Damper หรือ Opposed Blade Volume Damper ณ จุดแยกท่อ

2.6.1.5 ท่อลมที่เดินทะลุผ่านพื้นหรือกำแพงต้องมีวงกบ (Duct Sleeve) ทำด้วยไม้เนื้อแข็งหนาไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) หน้ากว้างเท่ากับความหนาพื้นหรือกำแพง และอุดช่องว่างด้วยวัสดุทนไฟพร้อมทั้งมีกรอบปิดทั้งสองด้าน

2.6.1.6 ท่อลมที่ไม่ได้หุ้มฉนวน และปรากฏแก่สายตาต้องทาสีกันสนิมตามกรรมวิธีชนิดที่ผู้ผลิตแนะนำให้ใช้กับผิวชุบสังกะสีแล้วจึงทาสีจริง (Finishing Paint) ทับอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งผู้ควบคุมงานจะเป็นผู้กำหนดในภายหลัง

2.6.1.7 ท่อลมที่ต่อกับพัดลม เครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็ก (FCU) และขนาดใหญ่ต้องใช้ข้อต่ออ่อน (Flexible Duct Connection) ทำด้วยวัสดุ Polyester Fabric

2.6.1.8 ข้อต่ออ่อนที่ใช้ภายนอกอาคารจะต้องเคลือบด้วย Neoprene ให้สามารถกันน้ำได้

2.6.1.9 ความยาวของช่วงข้อต่ออ่อน (Flexible Duct Connection) ประมาณ 30 เซ็นติเมตร (12 นิ้ว) เมื่อดึงตึง ในกรณีที่ระบุให้ใช้ท่อลมกลมอ่อน (Round Flexible Duct) ที่ใช้ต่อจะต้องมีความยาวไม่เกิน 1.0 เมตร

2.6.1.10 รอยต่อท่อลมตามแนวขวาง (Transverse Joint) ทั้งหมดจะต้องอุดตลอดแนวด้วยซิลิโคนชนิดทนไฟที่ภายนอก และ/หรือ ภายในท่อลม

2.6.1.11 รอยต่อท่อลมระหว่างท่อลมเมนกับท่อลมกลมอ่อน หรือท่อลมกลมจะต้องทำการติดตั้งตามที่แสดงในแบบรายละเอียด หรือใช้อุปกรณ์ข้อต่อท่อลมกลมผลิตขึ้นสำหรับใช้ต่อท่อลมกลมอ่อนโดยเฉพาะจากผู้ผลิตท่อลมกลมอ่อน และติดตั้งตามคำแนะนำของ ผู้ผลิต

2.6.1.12 จะต้องมีช่องเปิดบริการ (Access Door) ติดตั้งที่ด้านข้างหรือด้านใต้ท่อลมขนาดประมาณ 30 cm. x 30 cm. (12" x 12") ตำแหน่งตามความเหมาะสมสำหรับเปิดบริการ Fire Damper ทุกชนิด Splitter Damper และ Volume Damper ที่มีขนาดใบโตกว่า 0.1 ตารางเมตรทุกชนิด Access Door จะต้องเป็นแบบบานพับ (Hinge) โดยรอบกันอากาศรั่วและ Access Door ที่ติดตั้งบนท่อลมที่มีฉนวนหุ้ม ต้องทำเป็น 2 ชั้น ระหว่างชั้นบุด้วยฉนวนกับความร้อนชนิดเดียวกับที่ใช้หุ้มท่อลม

2.6.1.13 ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้กำหนดขนาด และตำแหน่งของช่องเปิดบนผ้าเพื่อการตรวจซ่อมและบริการท่อลม ท่อน้ำ เครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ เสนอขออนุมัติต่อสถาปนิกก่อนการ ทำฝ้า ค่าใช้จ่ายในการทำช่องเปิดให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

2.6.1.14 สกรู (Screw) สลักเกลียว (Bolt) น็อต (Nut) และหมุดย้ำ (Rivet) ที่ใช้กับงานท่อลมจะต้องทำด้วยวัสดุปลอดสนิม (Stainless Less, Aluminum) หรือชุบด้วยสังกะสี หรือ แคดเมี่ยม

2.6.2 การแขวนยึดท่อลม

2.6.2.1 การแขวนยึดท่อลมให้ใช้ขนาดเหล็กแขวน (Hanger Rod) และเหล็กรอง (Support) ตามที่ระบุไว้ในแบบ การแขวนยึกท่อลมห้ามใช้ลวดในการแขวนยึดท่อโดยเด็ดขาด

2.6.2.2 โครงเหล็กต่าง ๆ ที่ใช้ในการยึดแขวนท่อลม เหล็กเสริมคอนกรีต, Insert, Expansion Bolt และอื่น ๆ ที่ใช้ถือเป็นส่วนหนึ่งของงานติดตั้งระบบท่อลม

2.6.2.3 โครงโลหะที่แขวนยึดท่อลมทั้งหมด จะต้องนำไปชุบสังกะสี (Hot-Dip Galvanizing) หนาไม่น้อยกว่า 350 g/m^2 และนำมาประกอบตัดเชื่อมที่หน้างานได้ แต่ต้องทาทับด้วย Zinc Chromate และทาภายนอกที่รอยตัดเชื่อมทั้งหมดอีกครั้งหนึ่ง

2.6.3 วัสดุท่อลม

สำหรับงานปรับอากาศ

2.6.3.1 เป็นท่อลมพร้อมฉนวนสำเร็จรูป (Pre-Insulated Duct) จากโรงงานผู้ผลิตโดยขึ้นโฟมไปพร้อมกับผิวหน้าของแผ่นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ไม่มีช่องว่างอากาศตลอดเนื้อโฟม และติดแนบสนิทไร้ช่องว่างกับผิวหน้าของแผ่น วัสดุนี้ต้องได้รับการติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด อุปกรณ์ในการติดตั้งต่างๆ เช่น แฟลงค์, ก้านและแผ่นเสริมความแข็งแรง, มุมเสริมโลหะสังกะสี, ชิ้นขอบ, ฯลฯ ต้องใช้อุปกรณ์จากโรงงานเดียวกับผู้ผลิตแผ่น PID เท่านั้น

2.6.3.2 ผิวหน้าเป็นแผ่นฟอยล์อลูมิเนียม (หนา 0.08 mm.) ทั้ง 2 ด้าน

2.6.3.3 วัสดุฉนวน ของ PID เป็นฉนวนโฟม Phenolic หรือ Polyisocyanulate (PIR) ชนิดแข็งสูตรพิเศษที่ปราศจากสาร CFC/HCFC มี

- ความหนาแน่น อย่างน้อย 48 kg/m^3
- ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน ร้อน (k-value) $\leq$ 0.026 W/mK ที่อุณหภูมิเฉลี่ย (mean temperature 25°C (ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C518)

สำหรับงานระบายอากาศ

2.6.3.4 ท่อลมโดยทั่วไปเป็นท่อลมรูปสี่เหลี่ยม (ประกอบสำเร็จรูปจากโรงงาน) ประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กเรียบเคลือบสังกะสี ปริมาณสังกะสีที่เคลือบไม่น้อยกว่า 220 กรัมต่อตารางเมตร (Z22) ตามมาตรฐาน มอก. 50-2548 รอยตัดรอยพับที่ให้สังกะสีที่เคลือบไว้แตกหลุดจะต้องทาทับด้วย Zinc Chromate และสีทาภายนอก

2.6.3.5 ความหนาของแผ่นสังกะสีที่ระบุใช้ตามขนาดเบอร์เกจ์ (Gauge Number) จะหมายถึง U.S. Standard Gauge (USG) ผู้รับจ้างสามารถเลือกใช้แผ่นสังกะสีตามมาตรฐานอื่นได้แต่จะต้องเทียบให้ได้ความหนาไม่ต่ำกว่าเบอร์ USG เกจ์ที่ระบุให้ใช้หรือตามขนาดความหนาที่ระบุในแบบ

2.6.3.6 ท่อลมสามารถทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 5 kPa (20" wg) และทนความร้อนได้ถึง 130°C (266 °F)

2.6.3.7 ภายหลังติดตั้งท่อลมแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบการรั่ว โดยจะต้องทำการทดสอบตามมาตรฐาน HVAC Air Duct Leakage Test Manual latest Edition โดยทั้งนี้ผู้รับจ้างต้องส่งแบบฟอร์มและรายละเอียดการทดสอบเสนอแก่ผู้ควบคุมงานเพื่อพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการ

2.6.4 หน้ากากลม

2.6.4.1 หน้ากากลมที่ติดตั้งทุกตัว เป็นชนิดสวยงามเหมาะสมกับงานตกแต่งอาคาร ต้องมีฟองน้ำหรือยางรองรอบด้านหลังปีก เพื่อป้องกันลมรั่ว การติดตั้งต้องแนบสนิทกับผนังหรือฝ้าเพดาน และจะต้องส่งตัวอย่างให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการสั่งซื้อ

2.6.4.2 หากไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น หน้ากากที่ติดตั้งภายนอกอาคาร ให้ทาสีขาวหรือสีอื่นที่ผู้คุมงานกำหนดในภายหลัง

2.6.4.3 หน้ากากที่ติดตั้งภายนอกอาคาร ต้องติดตั้งมุ้งลวดเพื่อป้องกันแมลงเข้าไปในอาคาร

2.6.5 CO_2 Sensor (Wall Mount Type)

2.6.5.1	Measurement principle	:	Non-Dispersive Infrared Technology (NDIR)
2.6.5.2	Measuring Range	:	0 to 2,000 ppm CO_2
2.6.5.3	Accuracy at 25°C	:	± 50 ppm + 2.0% of reading
2.6.5.4	Temperature Dependence	:	-0.35% of reading/°C, typical
2.6.5.5	Response Time	:	< 110 s, typical
2.6.5.6	Operating Temperature Range	:	0 to 50°C
2.6.5.7	Transmitter CO_2 Output Signal	:	4 to 20 mA or 0 to 10 VDC
2.6.5.8	Display	:	LC Display
2.6.5.9	Power Supply Range	:	20 to 30 VAC (15 to 35 VDC)
2.6.5.10	Power Consumption	:	< 3.0 W

2.6.6 Temperature, Humidity, CO_2 MONITOR (Wall Mount Type)

2.6.6.1	Power Supply	:	9.8 to 16.5 VDC
2.6.6.2	Temperature Measuring Range	:	0 to 40°C
2.6.6.3	Temperature Sensor Type	:	Digital temperature sensor
2.6.6.4	Humidity sensor type	:	Thin film capacitive sensor
2.6.6.5	Operating Ambient conditions	:	32°F to 122°F (0°C to 50°C); 10% to 90% RH, noncondensing; 85°F (29°C) maximum dew point
2.6.6.6	Temperature resolution	:	±0.5°F/±0.5°C

2.6.6.7	Temperature accuracy	:	±1°F/±0.6°C
2.6.6.8	Humidity element accuracy	:	±2% RH for 20% to 80% RH at 50°F to 95°F (10°C to 35°C) ±4% RH for 10% to 20% and 80% to 90% RH at 50°F to 95°F (10°C to 35°C)
2.6.6.9	CO2 measurement range	:	0 ppm - 2000 ppm
2.6.6.10	CO2 sensor accuracy	:	±30 ppm ±3% of CO2 reading at 77°F (25°C) and 978 hPa (1,000 ft/300 m)
2.6.6.11	CO2 sensor operation range	:	32°F to 122°F (0°C to 50°C)

2.6.7 PM 2.5 Monitor (Wall Mount Type)

2.6.7.1	Power Supply	:	DC5V 1A
2.6.7.2	Sensor	:	Laser
2.6.7.3	Measuring Range	:	0~500 μg/m3
2.6.7.4	Alarm	:	Sound and display
2.6.7.5	Alarm output	:	Yes
2.6.7.6	Record	:	4 seconds / time can be stored for one year
2.6.7.7	Consistency	:	±10%@100~500 μg/m3; ±10 μg/m3@0~100 μg/m3
2.6.7.8	Single Respond Time	:	<1 s
2.6.7.9	Integrated Respond Time	:	≤10 s
2.6.7.10	Resolution	:	1 μg/m3
2.6.7.11	Particle Count Efficiency	:	50%@0.3 μm, 98%@ ≥ 0.5 μm
2.6.7.12	Operating Temperature	:	-10~60 °C (20~80%RH)

หมวดที่ 3 ระบบไฟฟ้าสำหรับงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

3.1 ข้อกำหนดทั่วไป

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา ติดตั้ง พร้อมทั้งทำการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับระบบปรับอากาศและระบายอากาศ เพื่อใช้งานเสร็จสมบูรณ์สามารถใช้งานได้ตามความต้องการของเจ้าของโครงการ ผู้รับจ้างจะต้องเสนอ Control Circuit , Wiring Diagram รวมทั้งกำหนดขนาด จำนวนตำแหน่งของสายไฟฟ้า ท่อร้อยสายไฟฟ้า และระบบควบคุมของอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับระบบปรับอากาศและระบายอากาศต่อเจ้าของโครงการก่อนทำการติดตั้ง

3.2 มอเตอร์

มอเตอร์ของระบบปรับอากาศและระบายอากาศ จะต้องเป็นชนิด Totally Enclosed Fan Cooled ซึ่งเป็นแบบมาตรฐาน NEMA,JIS,VDE,BS หรืออนุมัติเทียบเท่า และเป็นผลิตภัณฑ์จากสหรัฐอเมริกา เยอรมัน อังกฤษ หรือญี่ปุ่น ที่มีมาตรฐานรับรองและในการทำงานจะต้องใช้กระแสไฟฟ้าไม่เกินกำหนดใน Name Plates เมื่อทำงานที่ Full Load มอเตอร์ขนาดตั้งแต่แรงหนึ่งแรงม้าขึ้นไปให้ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 V/3 ø / 50 Hz ถ้าเล็กกว่า 1 แรงม้าใช้ระบบไฟฟ้า 220 V/1ø /50 Hz โดยหมุนไม่เกิน 1,500 รอบต่อวินาที และ/หรือตามที่ระบุไว้ในแบบหรือเป็นไปตามแบบมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต

3.3 สายไฟฟ้า

มาตรฐานของสายไฟ (Conductor) และท่อร้อยสาย (Conduit) ต้องเป็นผลผลิตภัณฑ์ที่ได้การรับรองโดยมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) หรือรายละเอียดตามที่ระบุไว้ในแบบ สายไฟฟ้าให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐาน มอก. ฉบับล่าสุด ขนาดจำนวนตามที่ระบุไว้ในแบบ และจะต้องเป็นขนาดที่รับกระแสได้ไม่ต่ำกว่า 120% โดยขนาดสายไฟฟ้าเล็กสุดไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม. 750 V. 75 องศาเซลเซียส ขนาดสายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุม ให้ใช้สายอ่อนขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตร.มม. 250 V. 60 องศาเซลเซียสหรือที่ระบุไว้ในแบบ

รหัสสีของสายไฟฟ้าระบบไฟฟ้า 380/220 V 3ø 4 สาย ให้ใช้รหัสสีดังนี้

1. สายเส้นกลาง สีฟ้า
2. สายเส้นเฟส A สีน้ำตาล
3. สายเส้นเฟส B สีดำ
4. สายเส้นเฟส C สีเทา
5. สายเส้นดิน สีเขียว หรือเขียวคาดเหลือง

รหัสสีของสายไฟฟ้าระบบไฟฟ้า 220 V 1ø 2 สาย ให้ใช้รหัสดังนี้

1. สายเส้นกลาง สีฟ้า
2. สายเส้นไฟ สีดำ
3. สายเส้นดิน สีเขียว หรือเขียวคาดเหลือง

บัสบาร์ (Bus Bar) ให้แสดงรหัสตามที่กล่าวข้างต้น

3.4 การเดินสายไฟฟ้า

สายไฟฟ้าส่วนที่เดินซ่อนในฝ้า ให้เดินสายร้อยในท่อ EMT โดย Fittings ต่าง ๆ ที่ใช้ต้องเป็นแบบ Screw Type สำหรับสายไฟฟ้าที่เดินลอยเกาะกับพื้นหรือผังในคอนกรีต ให้เดินสายร้อยในท่อ IMC ท่อร้อยสายร้อยในท่อ IMC ท่อร้อยสายส่วนที่ต่อเข้ามอเตอร์ให้ใช้ Rain Tight Flexible Steel Conduit และ/หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ การต่อสายไฟฟ้าให้ต่อใน Junction Box เท่านั้น ห้ามต่อสายไฟฟ้าในท่อเด็ดขาด สายไฟฟ้าที่เดินในท่อร้อยสาย จะต้องเป็นดังนี้

1. สายที่เดินในท่อร้อยสายต้องเป็นสายเดี่ยว (Single Core) 750 V
2. จำนวนสายไฟฟ้าสูงสุดในท่อร้อยสายให้เป็นไปตามมาตรฐาน
3. ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดสายก่อนการติดตั้ง และสายทุกเส้นต้องอยู่ในสภาพเรียบร้อย หากมีการชำรุดของฉนวนผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนสายเส้นนั้นทันที
4. สายที่เดินในท่อร้อยสายซึ่งอยู่ในแนวดิ่งและปลายสายยังไม่ได้บรรจบกับอุปกรณ์จะต้องมีอุปกรณ์ยึดสายนั้น ๆ อย่างมีประสิทธิผล

3.5 ท่อร้อยสายและการติดตั้งอุปกรณ์

ท่อร้อยสายจะต้องเป็นท่อเหล็กอาบสังกะสี ท่อที่เดินลอยหรือซ่อนในเพดาน ให้ใช้ท่อชนิดบาง (EMT) ท่อฝังในดินใต้พื้นถนน ในคอนกรีต หรือกำแพง หรือรับแรงดึงให้ใช้ท่อโลหะชนิดหนา (IMC) และท่อให้ใช้กับสิ่งที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวสั่นสะเทือน เช่น มอเตอร์ ให้ใช้ท่อชนิดอ่อน (Flexible Metallic Conduit) กรณีอยู่นอกอาคารให้ใช้ชนิดแบบกันน้ำและตามที่กำหนดในแบบ การต่อท่อโลหะชนิดหนาให้ใช้ข้อต่อเกลียวเท่านั้น และต้องทาน้ำยาที่เกลียวก่อนใส่ข้อต่อทุกครั้งเพื่อกันน้ำ การตัดท่อโลหะชนิดบางให้ใช้ข้อต่อ (Coupling) แบบ Set Screw นอกจากที่ระบุไว้เป็นอย่างอื่น น้ำมันหล่อลื่น (Lubricants) ที่ใช้ลดความผิดของท่อในการดึงสายจะต้องไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนหุ้มสายไฟ และจะต้องได้รับการเห็นชอบจากเจ้าของโครงการก่อน การใช้ท่อโลหะชนิดบางที่ต่อกับกล่องสายและอุปกรณ์ จะต้องใช้ข้อต่อ (Connector) สำหรับกล่องต่อสายติดไว้ทุกแห่ง สำหรับท่อโลหะชนิดหนาจะต้องใช้ Lock Nut ยึดทั้งภายในและภายนอก พร้อมทั้งใส่ Conduit Brushing ให้เรียบร้อย ถ้าอยู่นอกอาคารหรือในที่เปียกชื้นต้องมี Service Entrance Fitting ใส่ไว้สำหรับปลายท่อที่ยังไม่ใช้งานต้องใส่ฝาครอบ Conduit Cap หรือ Threaded Close-Up Plug ไว้

3.6 การต่อสายไฟฟ้า (Splicing)

การต่อสายไฟฟ้าจะทำได้เฉพาะในกล่องต่อสาย ในแผงสวิทช์ ในกล่องดึงสาย และบ่อพักสาย (Hand Hole or Man Hole) เท่านั้น ถ้าสายที่ต่อมีขนาดไม่เกิน 6 ตร.มม. ให้ทำการต่อสายโดยใช้ Wire Nut ชนิดขันเกลียวหรือใช้เครื่องมือกลบีบฉนวนต้องเป็นไวนิลพลาสติคอ่อน สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 600 V เช่น SCOTCHLOK หรือเทียบเท่า ขนาดให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต การต่อสายขนาด 10 ตร.มม. และสายเคเบิ้ลขนาดใหญ่กว่าให้ใช้ Connector ชนิดใช้เครื่องมือกลบีบ แล้วพันเทป (Electrical Type) อย่างน้อย 3 ชั้นและเมื่อพันแล้วต้องหนาไม่น้อยกว่าฉนวนหุ้มสายไฟ การต่อสายเข้า Bus Bar และอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ใช้ Solderless Lug, UL Approved หรือเทียบเท่า การต่อสายเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ขั้วต่อแบบมีหัวสกรูยัดสายจะต้องใส่หางปลา (Terminal) แบบใช้เครื่องมือกลบีบทุกแห่ง ห้ามใช้สายพันรอบสกรูไว้เฉย ๆ ยกเว้นสายที่ต่อเข้าเต้ารับหรือสวิทช์ การหุ้มหัวต่อชนิดที่ไม่มีฉนวนในตัว ให้หุ้มด้วยเทปพันสายอย่างน้อยสามชั้น และเมื่อหุ้มแล้วต้องมีความหนาไม่น้อยกว่าฉนวนหุ้มสายไฟ พร้อมกับสามารถป้องกันความชื้นซึมเข้าในสายได้ การต่อสายในบ่อพักสาย (Hand Hole

or Man Hole) จะต้องห่อหุ้มสายด้วย SCOTHLOK หรือสาร Epoxy หรืออื่น ๆ ที่เทียบเท่าและได้รับการเห็นชอบจากเจ้าของโครงการก่อน

3.7 กล่องรวมสายและกล่องดึงสาย (Junction Box and Pull Box)

กล่องรวมสายจะต้องได้มาตรฐาน ทำด้วยเหล็กอาบสังกะสีหรืออลูมิเนียม ความหนาไม่น้อยกว่า 1.0 มม. มีรอยเจาะ (Knock Out) ขนาดต่าง ๆ สำหรับต่อเชื่อม Conduit ทั้ง 5 ด้าน ขนาดของกล่องต่อสายและจำนวนสายในกล่องต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC กล่องโลหะหรือพลาสติกต้องใช้ทุกแห่งที่มีสวิทช์ เต้ารับ จุดที่ต่อแยกไปยังดวงโคมและอุปกรณ์ไฟฟ้า จุดที่มีการตัดต่อสาย จุดที่มีการเลี้ยวโค้งเกินกว่าที่กำหนด กล่องดึงสาย (Pull Box) และฝาครอบขนาดใหญ่ให้ทำด้วยแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.4 มม. พ่นกันสนิมและพ่นสีชั้นนอกด้วย Stove Enamel Paint

3.8 ระบบต่อลงดิน

ผู้รับจ้างจะต้องจัดซื้อหา และทำการติดตั้งระบบต่อลงดิน โดยต่อสายดินจากอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ในระบบปรับอากาศ และระบายอากาศ เข้ากับระบบสายดิน ซึ่งติดตั้งอยู่ใน Junction Box โดยผู้รับจ้างรายอื่น วิธีการต่อลงดินให้ปฏิบัติดังนี้

1. ท่อสายดินให้ต่อเนื่องกัน
2. ระบบสายดินของอุปกรณ์ที่เป็นโลหะซึ่งในการทำงานปกติไม่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน (Non Current - Carrying Parts of System or Equipment) ต้องติดตั้งระบบสายดินตามมาตรฐานของ NEC และ/หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ

3.9 สายดิน (Grounding Conductor)

ถ้ามิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น สายดินจะต้องเป็นสายทองแดงเปลือย และต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ขนาดสายดินของเครื่องไฟฟ้า ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งระบบการต่อลงดินอย่างถูกวิธี โดยช่างที่มีความรู้ความสามารถ สำหรับส่วนที่อยู่ใต้ดิน ผู้รับจ้างจะต้องทำการกลบดินได้ก็ต่อเมื่อได้รับการตรวจความเรียบร้อยจากเจ้าของโครงการแล้วเท่านั้น

3.10 การทดสอบระบบไฟฟ้า

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาผู้ที่มีความรู้ความชำนาญ ทำการทดสอบความต้านทานของฉนวน (Insulation Test) ความต้านทานของฉนวนระหว่างสายเฟสกับสายเฟส และสายเฟสกับสายดินต้องเป็นดังนี้ คือ เมื่อปลดสวิทช์ประธานออก ปลดสายไฟฟ้าที่เข้าเครื่องใช้ไฟฟ้าออกหมด ต้องวัดความต้านทานได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอห์ม การวัดให้ใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงไม่น้อยกว่า 500 V ต่อเนื่องเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 30 วินาที

หมวดที่ 4 การทดสอบและการปรับแต่ง

ก่อนการส่งมอบงาน ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบระบบปรับอากาศและระบายอากาศ โดยการเดินเครื่องปรับอากาศทั้งระบบติดต่อกัน เป็นเวลา 8 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 2 วัน ผู้รับเหมาระบบปรับอากาศและระบายอากาศต้องทำการทดสอบเครื่องปรับอากาศและบันทึกผลการทดสอบโดยข้อมูลทดสอบต้องประกอบด้วย

4.1 เครื่องส่งลมเย็น

4.1.1 อุณหภูมิอากาศเข้าเครื่องทั้งกระเปาะเปียก และกระเปาะแห้ง

4.1.2 อุณหภูมิอากาศออกจากเครื่องทั้งกระเปาะเปียก และกระเปาะแห้ง

4.1.3 ปริมาณลมส่งทั้งหมด

4.1.4 กระแสไฟจริงของมอเตอร์ขับพัดลม

4.1.5 ความเร็วรอบพัดลม

4.2 ชุดระบายความร้อน (Condensing Unit)

4.2.1 ความดันของน้ำยาทั้งด้านส่งและด้านกลับ (Discharge & Suction Pressure)

4.2.2 กระแสไฟจริงของมอเตอร์ขับคอมเพรสเซอร์

4.2.3 กระแสไฟจริงของมอเตอร์ขับพัดลมระบายความร้อนคอนเดนเซอร์

4.2.4 อุณหภูมิของอากาศโดยรอบในวันที่ทดสอบ ข้อ 4.2.1 ถึง 4.2.3

4.2.5 อุณหภูมิของอากาศออกจากคอนเดนเซอร์

ให้ผู้รับเหมาส่งผลการทดสอบให้ผู้ว่าจ้าง พิจารณาก่อนการส่งมอบงานและหากผู้ว่าจ้างสั่งการให้ผู้รับเหมาทำการปรับปรุงแต่งแก้ไขเพื่อให้ได้ผลดีที่สุด ผู้รับเหมาต้องรับแก้ไขและจะต้องเรียกร้องค่าใช้จ่ายใดๆ ไม่ได้

หมวดที่ 5 ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน

รายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ของเครื่องวัสดุ และอุปกรณ์ที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้ ถือว่าได้รับการยอมรับแต่ทั้งคุณสมบัติต่างๆ จะต้องไม่ขัดกับแบบและรายละเอียดที่กำหนดไว้ การเสนอรายชื่อผู้ผลิตนอกเหนือจากที่ได้ให้ไว้นี้ ต้องแสดงเอกสารรายละเอียดและหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอเพื่อการพิจารณาอนุมัติให้ใช้งานโดยมีคุณสมบัติเทียบเท่า

1.	Air Conditioner	:	DAIKIN, MITSUBISHI, PANASONIC, LG or Approved Equal
2.	Ventilating Fan	:	PANASONIC, MITSUBISHI, WOLTER, KRUGER or Approved Equal
3.	Vibration Isolator	:	MASON, TOZEN, EMBELTON or Approved Equal
4.	Copper Tube	:	MUELLER, KEMBLA, CAMBRIDGE or Approved Equal
5.	Insulator	:	SEKISUI, AEROFLEX, MAXFLEX, ARMAFLEX, K-FLEX or Approved Equal
6.	Galvanized Steel Sheet	:	SINGHA, TRUZINC, THAI-GALVANIZED STEEL or Approved Equal
7.	Pre-Inulated Duct	:	GEKKO, Duct Excel, TDT or Approved Equal
8.	Flexible Duct	:	AERODUCT, ESCODUCT, DUCTEXCEL or Approved Equal
9.	Air Diffuser	:	KOMFORT FLOW, ESCOFLOW, CFM PER COOL, KRUEGER or Approved Equal
10.	CO_2 Sensor	:	JOHNSON CONTROL, GREYSTONE, HONEYWELL or Approved Equal
11.	Temperature, Humidity, CO_2 Monitor	:	JOHNSON CONTROL, GREYSTONE, HONEYWELL or Approved Equal
12.	PM 2.5 Monitor	:	SNDWAY, JEDTO, HONEYWELL or Approved Equal
13.	Cable	:	CTW, YAZAKI, PHELPS DODGE, BCC or Approved Equal
14.	EE. Component	:	SQUARE D, SIEMENS, ABB or Approved Equal
15.	EE. Conduit	:	PANASONIC, RSI, ARROWPIPE or Approved Equal

งานระบบลิฟต์โดยสาร

สารบัญ

		หน้า
หมวดที่ 1. ระบบลิฟต์		
1.1	ลิฟต์	1-1
1.2	ชานพัก (LANDING)	1-2
1.3	ข้อกำหนดทั่วไป	1-2
1.4	การติดตั้งและทดสอบ	1-6
1.4	การรับประกัน	1-7
หมวดที่ 2. รายการมาตรฐานผลิตภัณฑ์		2-1

หมวดที่ 1 ระบบลิฟต์

ลิฟต์ในโครงการประกอบด้วยลิฟต์ในรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 ลิฟต์

1.1.1 ลิฟต์โดยสาร (PASSENGER LIFT) **ชนิดไม่มีห้องเครื่อง** ขนาด 1,000 กิโลกรัม จำนวน 2 คัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1.1.1 ขนาด (DIMENSION)

(1)	น้ำหนักบรรทุก	ประมาณ	1,000	กิโลกรัม
(2)	ความเร็ว	ประมาณ	1.0	เมตร/วินาที
(3)	ความกว้างของตัวลิฟต์ (ภายใน)	ประมาณ	1.1	เมตร
(4)	ความลึกของตัวลิฟต์ (ภายใน)	ประมาณ	2.1	เมตร
(5)	จำนวน (คัน)	ประมาณ	2	คัน
(6)	ความกว้างของประตู	ประมาณ	0.9	เมตร
(7)	ความสูงของประตู	ประมาณ	2.4	เมตร
(8)	ชนิดประตู (เปิด)		Center	
(9)	ระยะทางวิ่งในแนวดิ่งโดยประมาณ	ประมาณ	19	เมตร
(10)	จำนวนชั้นที่จอด (ชั้น)		5	ชั้น
(11)	ลิฟต์จอดชั้นที่		ชั้นที่ 1 ถึง 5	
(12)	บ่อลิฟต์ลึก (เมตร)	ประมาณ	1.4	เมตร
(13)	ระบบควบคุมการทำงาน		DUPLEX	

1.1.2 ห้องลิฟต์ (CAR ENCLOSURE)

การตกแต่งภายในลิฟต์ประกอบด้วย รายละเอียดพอสังเขปดังนี้

(1) ผนังลิฟต์ทุกด้านและประตูลิฟต์ทำด้วยวัสดุทนไฟ (ทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง) เป็นเหล็กแผ่นหุ้ม STAINLESS STEEL WITH HAIRLINE

(2) เพดานเป็นเหล็กแผ่นพ่นสีอ่อน มีทางออกฉุกเฉิน มีพัดลมระบายอากาศติดซ่อนดวงโคมฟลูออเรสเซนต์เป็นแบบฝัง เพดานพร้อมแผ่นพลาสติกกันหลอดแตกมีไฟแสงสว่างฉุกเฉินใช้ไฟจากแบตเตอรี่ (SEAL LEAD TYPE) พร้อมเครื่องอัดไฟซึ่งจะเปิดอัตโนมัติเมื่อไฟฟ้าเมนที่จ่ายให้ห้องลิฟต์ดับลง

(3) พื้นเป็นแผ่นเหล็กปูทับด้วย กระเบื้องเซรามิค (Homogeneous Tiles) ขนาด 600x600 มม. สีจะกำหนดภายหลัง

(4) บานประตูเปิดด้านหน้าแบบ 2 บาน เลื่อนปิดเปิดจากกึ่งกลางโดยอัตโนมัติ และไม่เกิดเสียงดัง

(5) โครงเหล็กและแผ่นเหล็กทั้งหมดต้องไม่เป็นสนิมและผ่านกรรมวิธีเคลือบสารป้องกันสนิมตามมาตรฐานผู้ผลิต

(6) ติดกระจกเงาที่ผนังด้านในตรงข้ามทางเข้าขนาดเกือบเต็มพื้นที่ห้อง

(7) ราวจับ Hairline Stainless กลม 3 ด้าน ,ราวกันชนช่วงล่าง 3 ด้าน Hairline Stainless แบน

(8) ฝ้าเพดานไฟ LED และแผ่น Acrylic สีขาวนม 2 ฝั่ง ตรงกลางแผ่นโลหะ Hairline Stainless

(9) วงกบประตูลิฟต์แบบ WIDE JAMB

(10) ความสูงภายในลิฟต์ไม่ต่ำกว่า 2400 มม.

(11) ให้มีคำอธิบายการใช้ลิฟต์และการขอความช่วยเหลือติดไว้ในห้องลิฟต์

1.2 ชานพัก (LANDING)

ประกอบด้วยรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้

1.2.1 กรอบประตูและบานประตูหน้า เป็นแบบ NARROW FRAME ทำด้วย STEEL WITH HAIRLINE FINISH ที่บานประตูจะมีกุญแจเปิดเวลาฉุกเฉิน

1.2.2 ปุ่มกดเรียกหน้าชั้น (CALL BUTTON) แบบ MICRO TOUCH พร้อมแสงสัญญาณตอบรับ และลูกศรบอกทิศทางที่ลิฟต์วิ่ง มีติดที่ผนังหน้าชั้นทุกชั้นแผงปุ่มกดเป็น STAINLESS HAIRLINE

1.2.3 ปุ่มกดเรียกหน้าชั้นสำหรับผู้พิการ

1.2.4 ไฟสัญญาณบอกตำแหน่งลิฟต์แบบ DIGITAL

1.2.5 ข้อห้ามการใช้ลิฟต์ ให้ติดไว้ที่ด้านข้างประตูด้านนอกทุกชั้น

1.3 ข้อกำหนดทั่วไป

1.3.1 CAR CONTROL ประกอบด้วยรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้

(1) ไฟสัญญาณบอกตำแหน่งลิฟต์แบบ DIGITAL

(2) สัญญาณไฟบอกทิศทางที่ลิฟต์วิ่ง

(3) เครื่องพูดติดต่อภายใน INTERPHONE เพื่อติดต่อกับที่ห้องเครื่องลิฟต์และบริเวณโถงชั้นล่าง.

(4) สัญญาณเสียงเตือนเมื่อลิฟต์บรรทุกน้ำหนักเกินและลิฟต์จะหยุดอยู่กับที่จนกว่าน้ำหนักบรรทุกไม่เกินพิกัด

(5) แผงควบคุมในห้องลิฟต์ (CAR OPERATION PANEL) ทำด้วย STAINLESS HAIRLINE PLATE ปุ่มกดเป็นแบบ MICRO TOUCH พร้อมสัญญาณแสดงตอบรับ 2 ด้านที่ข้างประตูและที่ผนังด้านข้างสำหรับคนพิการ อุปกรณ์ที่แผงควบคุมต้องมีอย่างน้อยดังนี้

- ปุ่มกดเลือกชั้น
- ปุ่มกดเร่งปิดประตูและปุ่มกดเร่งปิดประตู
- ปุ่มกดแจ้งเหตุลิฟต์ขัดข้อง (EMERGENCY CALL)
- ต้องแสดงบอกชั้น สถานะขึ้น-ลง ประตูเปิด-ปิด เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- มีปุ่มกดสำหรับคนพิการ เลือกชั้น จะต้องสัมพันธ์กับแผงปุ่มกดข้างประตู
- ต้องมีปุ่ม HOLD ที่สามารถตั้งค่าเวลาได้ ทั้ง 2 ด้าน
- เสียงกระดิ่งแจ้งเตือนการจอดแต่ละชั้น ต้องไม่ดังข้ามชั้น

- ไฟแสดงสถานะขึ้น-ลง (LAMP INDICATORS) สำหรับโถงลิฟต์ ต้องมีความเข้มของแสง ที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน
- ระบบยกเลิก การกดเรียกชั้นภายในลิฟต์โดยสาร ต้องสามารถทำได้ทั้งขณะจอดและระหว่างลิฟต์เคลื่อนที่
- ต้องมีสายสัญญาณและสาย POWER สำหรับเชื่อมต่อระบบ CCTV และจอ LED ในตัวลิฟต์โดยสาร โดยเดินให้สายไฟต่อเชื่อมกับระบบดังกล่าวในตัวลิฟต์เข้ากับตู้ควบคุมลิฟต์ในห้องเครื่องลิฟต์
- แผงควบคุมลิฟต์พิเศษมีฝาปิด-เปิด ล็อคกุญแจได้ ประกอบด้วย
  - สวิตช์ปิด-เปิดไฟแสงสว่าง
  - สวิตช์ปิด-เปิดไฟพัดลมดูดอากาศ
  - สวิตช์กุญแจสำหรับพนักงานควบคุม (ATTENDANT SERVICE SWITCH)
- ปุ่มกดให้ประตูลิฟต์เปิดประตูค้างไว้สำหรับขนของ เฉพาะลิฟต์ดับเพลิง
  - ไฟแสงสว่างและพัดลมจะเปิดเองโดยอัตโนมัติเมื่อมีผู้เรียกใช้ลิฟต์ และจะปิดเองเมื่อไม่มีผู้ใช้ เพื่อประหยัดพลังงาน
  - บานประตูห้องลิฟต์มีอุปกรณ์ป้องกันประตูหนีบชนิด SAFETY AND LIGHT RAY

1.3.2 ชุดควบคุมการเลื่อนของลิฟต์ (ELEVATOR MOTION CONTROL)

(1) เป็นระบบ VARIABLE VOLTAGE VARIABLE FREQUENCY (VVVF) โดยการใช้ MICROCOMPUTER ควบคุมการทำงาน

(2) AC GEARED MOTOR หรือ GEARLESS ที่มีกำลังเหมาะสมกับความเร็วและน้ำหนักที่กำหนด พร้อมเบรค แท่นเหล็กแผ่นยางรอง ฯลฯ ครบชุดตามมาตรฐานของผู้ผลิต

1.3.3 ระบบควบคุมการทำงาน

(1) ลิฟต์โดยสารต้องสามารถควบคุม/สั่งการและติดตาม ได้ทั้งแบบกลุ่ม และตัวใดตัวหนึ่ง (ELEVATOR SUPERVISORY)

(2) ลิฟต์โดยสารกรณีจัดทำเป็นแบบ 2 CAR GROUP SUPERVISORY CONTROL SYSTEM โดยใช้ MICROPROCESSOR ควบคุมการทำงานอย่างอัตโนมัติเหมาะสมกับประเภทของอาคารซึ่งสามารถ PROGRAM หรือ REPROGRAM ได้ให้ลิฟต์แต่ละตัวทำงานได้สัมพันธ์กันอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดพลังงาน

(3) สามารถถ่ายโอนค่าพารามิเตอร์ อาทิเช่น จำนวนเวลา WAITING TIME, TRAVEL TIME, INTERVAL TIME และข้อมูลการใช้งานของลิฟต์แต่ละตัวได้

(4) โปรแกรมควบคุมจะต้องสามารถสื่อสารกับ BUILDING AUTOMATION SYSTEM (BAS) ของอาคารได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์แปลงสัญญาณ INTERFACE

(5) มีระบบควบคุมการจราจรของลิฟต์ด้วยเพื่อควบคุมการทำงานต่าง ๆ ของลิฟต์ทั้งระบบให้สัมพันธ์กับคำสั่งที่ได้รับ คำนวณลิฟต์แต่ละตัวให้ใช้เวลาน้อยที่สุดในการวิ่งไปรับผู้โดยสาร จัดลำดับสัญญาณก่อนหลังไปยังลิฟต์ตัวอื่น ๆ ให้ไปบริการชั้นอื่น โดยในกลุ่มของลิฟต์ต้อง

จัดให้ลิฟต์แต่ละตัว แยกกันอยู่เป็นโซน ยกเว้นชั้นล่างจะมีลิฟต์ตัวใดตัวหนึ่ง มาจอดรออยู่ เมื่อมีสัญญาณเรียกลิฟต์ชั้นใดชั้นหนึ่ง ลิฟต์ในโซน ที่อยู่ใกล้จะวิ่งไปบริการก่อนเพื่อให้เสียเวลาน้อยที่สุด เมื่อกดปุ่มเรียกลิฟต์แล้วตัวใดมาถึงจะต้องมีสัญญาณบอกให้ผู้โดยสารทราบว่าลิฟต์ตัวใดมาถึงแล้ว ลิฟต์ตัวอื่น ๆ ก็จะไม่รับสัญญาณอีก

(6) มีโปรแกรม UP PEAK และ DOWN PEAK ถ้ามีผู้โดยสารรอที่ LOBBY มาก ลิฟต์ทุกตัวเมื่อส่งผู้โดยสารหมดแล้ว จะต้องวิ่งกลับลงมาจอดที่ชั้นล่างโดยไม่ต้องเรียกสัญญาณที่ LOBBY ในทางกลับกันถ้ามีสัญญาณเรียก ลิฟต์ลงมาลิฟต์ที่ LOBBY จะวิ่งขึ้นไปช่วยลิฟต์ส่งผู้โดยสารที่ LOBBY หมดแล้วจะวิ่งขึ้นไปรับผู้โดยสารชั้นบนทันที

(7) หากลิฟต์ตัวใดตัวหนึ่งเกิดขัดข้อง จะต้องถูกตัดออกจากการบริการในกลุ่มโดยลิฟต์เครื่องอื่นๆ ยังคงสามารถทำงานแบบสัมพันธ์กันในกลุ่มเหมือนเดิม

(8) มีระบบรักษาความจำไว้ได้ในกรณีที่ไฟฟ้าดับชั่วขณะ มี UPS เพื่อป้องกันลิฟต์ติดตอนไฟไหม้

(9) นอกจากการทำงานตามมาตรฐาน จะต้องมีการทำงานดังที่ระบุอย่างน้อย ดังนี้

- มีการยกเลิกคำสั่งจากปุ่มกดในห้องลิฟต์ กรณีน้ำหนักบรรทุกของลิฟต์ขณะนั้นไม่สัมพันธ์กับน้ำหนักหรือจำนวนผู้ใช้ ซึ่งป้องกันการกดปุ่มจองชั้นเล่น
- มีระบบป้องกันลิฟต์ค้างระหว่างชั้น โดยเมื่อมีเหตุขัดข้องภายในระบบลิฟต์ ชุดควบคุมจะสั่งให้ลิฟต์วิ่งไปจอดชั้นที่ใกล้ที่สุด และเปิดประตูออกค้างไว้อย่างอัตโนมัติ ทั้งนี้ไม่เกี่ยวกับกรณี ไฟฟ้าในอาคารดับ ลิฟต์จะไม่ทำงานอีกจนกว่าจะได้รับการแก้ไข
- ในกรณีชานพักเกิดขัดข้องไม่สามารถเปิดได้ ลิฟต์จะวิ่งไปชั้นอื่นและเปิดประตูให้ผู้โดยสารออกโดยอัตโนมัติ
- ที่ชุดควบคุมของลิฟต์โดยสาร ต้องเตรียมอุปกรณ์สำหรับเชื่อมต่อระบบ ACCESS CONTROL

(10) ในกรณีที่เกิดเพลิงไหม้ ลิฟต์ต้องมาจอดชั้นล่าง และหยุดการทำงาน

(11) ลิฟต์ทุกตัวต้องมีระบบ POWER FAILURE OPERATION ในกรณีไฟฟ้าดับลิฟต์ต้องลงมาจอดยังชั้นที่ใกล้ที่สุดและประตูเปิดออก

1.3.4 แผงควบคุมกลางติดตั้งที่ห้องควบคุมไฟฟ้า มีอุปกรณ์ดังนี้

เครื่องพูดติดต่อภายใน (MASTER INTERPHONE) แบบโทรศัพท์ พร้อมสัญญาณเสียงแจ้งเหตุลิฟต์ขัดข้อง (EMERGENCY CALL) จากลิฟต์แต่ละเครื่อง สวิตช์บังคับลิฟต์ในกรณีฉุกเฉินหรือเพลิงไหม้

1.3.5 การทำงานของลิฟต์กรณีฉุกเฉินหรือเพลิงไหม้

(1) ติดตั้งสวิทช์ จำนวน 2 ชุด บังคับลิฟต์ทั้งหมด 2 คัน เป็นสวิทช์ 2 ตำแหน่ง MANUAL-AUTOMATIC ติดตั้งที่แผงควบคุมกลาง

(2) กรณีฉุกเฉิน หรือเกิดเหตุเพลิงไหม้ เจ้าหน้าที่สามารถจะปิดสวิทช์เลือกไปที่ตำแหน่ง MANUAL ซึ่งจะบังคับลิฟต์โดยสารให้วิ่งลงมาจอดที่ชั้นล่างทันที โดยจะยกเลิกคำสั่งใช้ลิฟต์ภายในตัวลิฟต์และชานพัก พร้อมทั้งเปิดประตูลิฟต์ทิ้งไว้

(3) กรณีปกติสวิทช์จะอยู่ในตำแหน่ง AUTOMATIC ซึ่งในเมื่อได้รับสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (DRY CONTRACT) จากระบบ FIRE ALARM ระบบควบคุมจะบังคับลิฟต์ให้ทำงานเหมือนกรณีสวิทช์อยู่ในตำแหน่ง MANUAL

1.3.6 การทำงานของลิฟต์กรณีไฟดับ

กรณีไฟฟ้าดับ ลิฟต์จะรับสัญญาณจากชุด AUTOMATIC TRANSFER SWITCH จากสายไฟสัญญาณที่เตรียมไว้ในห้องเครื่องเพื่อแจ้งให้รู้ว่าลิฟต์ใช้ไฟจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง ซึ่งลิฟต์จะทำงานดังนี้

(1) สำหรับลิฟต์โดยสารจะวิ่งมาจอดที่ชั้น 1 ที่ละชุดจนครบและเปิดประตูออก

(2) ลิฟต์ดับเพลิง ทุกตัว จะทำงานได้ตามปกติ โดยใช้ไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

(3) เมื่อระบบไฟฟ้าเข้าสู่ภาวะปกติ ลิฟต์จะกลับเข้าทำงานตามปกติทั้งหมด

(4) ระบบไฟฟ้าแสงสว่างและพัดลม จะต้องไม่ดับ เพื่อให้ผู้โดยสารไม่ตกใจและมีระบบระบายอากาศในตู้โดยสารได้อย่างพอเพียง

(5) หลอดไฟสำรองฉุกเฉินและพัดลม (EMERGENCY LIGHT & VENTILATION) ใช้งานติดต่อกันไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง

1.3.7 ระบบแบตเตอรี่ฉุกเฉิน

ระบบไฟแบตเตอรี่ฉุกเฉินประกอบด้วยแบตเตอรี่ชนิด SEAL LEAD ACID พร้อมเครื่องอัดแบตเตอรี่อัตโนมัติสำหรับใช้กับไฟฟ้าแสงสว่างในห้องลิฟต์ ระบบเครื่องพูดติดต่อภายใน (INTERPHONE) ระบบเสียงสัญญาณแจ้งเหตุฉุกเฉิน (EMERGENCY CALL) แบตเตอรี่ ต้องมีกำลังพอใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่กำหนดได้อย่างต่อเนื่องพร้อมกันไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง

1.3.8 ระบบเครื่องพูดติดต่อภายใน (INTERPHONE)

ระบบเครื่องพูดติดต่อภายในจะติดตั้งในห้องลิฟต์แต่ละชุด ห้องเครื่องลิฟต์และบริเวณโถงชั้นล่างโดยเป็นระบบ 2-WAY INTERPHONE เพื่อให้พูดติดต่อระหว่างแต่ละเครื่องกันได้ทุกเครื่อง

1.3.9 อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยสำหรับลิฟต์แต่ละชุดเป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิต แต่ต้องประกอบด้วยอุปกรณ์อย่างน้อยดังนี้

(1) อุปกรณ์สำหรับป้องกันการใช้กระแสไฟฟ้าเกิน ป้องกันแรงดันไฟฟ้าที่ต่ำเกินป้องกันแรงดันไฟฟ้ากลับผิดเฟส หรือมาไม่ครบทุกเฟส

(2) อุปกรณ์สำหรับควบคุมความเร็วลิฟต์ (SPEED GOVERNOR) ป้องกันลิฟต์วิ่งเร็วเกินกำหนดและมี SAFETY สำหรับยึดให้ติดกับรางทันที ในกรณีที่ลวดสลิงขาดหรือชำรุด

(3) อุปกรณ์สำหรับป้องกันลิฟต์วิ่งเลยชั้นบนสุดและล่างสุด

(4) อุปกรณ์รับแรงกระแทกของห้องลิฟต์ติดตั้งในบ่อหลุมลิฟต์

(5) บ่อลิฟต์ ของลิฟต์โครงการต้องติดตั้งอุปกรณ์ COUNTER WEIGHT SAFETY

(6) อุปกรณ์สำหรับคลายเบรคและหมุนลิฟต์ ในกรณีไฟฟ้าเสียหมด โดยมีรายละเอียดแสดงวิธีการใช้ในห้องเครื่องลิฟต์

1.3.10 อุปกรณ์ รางน้ำหนักถ่วงและ SUSPENSION ROPES ต้องมีรายละเอียดการติดตั้ง เช่น การยึด จำนวนหรือขนาดที่ใช้ ต้องมีความปลอดภัย สามารถใช้งานได้ดี มีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่ามาตรฐานของประเทศผู้ผลิต

1.3.11 TRAVELLING CABLE ต้องเป็นชนิดทนไฟ (FIRE RESISTANT) ที่ใช้กับงานลิฟต์โดยเฉพาะ มาตรฐานของประเทศผู้ผลิตและมีจำนวนคู่สายสำรองไม่ต่ำกว่า 10% ของจำนวนคู่สายที่ใช้งาน

1.3.12 ความคลาดเคลื่อนของชั้นจอดลิฟต์ ให้ตรงกับพื้นที่ไม่น้อยกว่า $\pm$ 5 มิลลิเมตร

1.3.13 ระบบไฟของลิฟต์ เป็นแบบใช้กับระบบไฟ 380/220 โวลท์ ช่วงพิกัด +5% และ –10% 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิรทซ์

1.3.14 อุปกรณ์อำนวยความสะดวกสำหรับคนพิการ

(1) แผงปุ่มกดเรียกลิฟต์ที่ชานพัก และแผงปุ่มกดบังคับภายในตัวลิฟต์(เพิ่มอีก 1 แผง) ให้ติดตั้งสูงจากพื้นระหว่าง 0.30-1.20 เมตรและมีอักษรเบรลล์กำกับไว้ทุกปุ่ม

(2) แผงปุ่มกดบังคับภายในตัวลิฟต์จะต้องติดตั้งแยกต่างหากจากแผงควบคุมหลักห่างจากมุมภายในห้องลิฟต์ไม่น้อยกว่า 0.40 เมตร ประกอบด้วย โทรศัพท์ แบบพูดโดยกดปุ่ม ALARM BELL เรียกฉุกเฉิน ปุ่มกดไปตามชั้นต่างๆปุ่มเร่งเปิดประตู ปุ่มเร่งปิดประตู

(3) แผงปุ่มกดทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม (STAINLESS STEEL)

(4) ภายในลิฟต์มีราวจับลักษณะกลม ทำด้วยวัสดุเรียบ มีความมั่นคงแข็งแรงไม่เป็นอันตรายในการจับและไม่ลื่น เส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 30 มม. แต่ไม่เกิน 40 มม. ติดตั้งที่ผนังลิฟต์ทั้ง 3 ด้าน สูงจากพื้นลิฟต์ไม่น้อยกว่า 800 มม. แต่ไม่เกิน 900 มม. ราวจับด้านที่อยู่ติดผนังให้มีระยะทางจากผนังไม่น้อยกว่า 50 มม. และผนังบริเวณราวจับต้องเป็นผนังเรียบ

(5) ต้องมีเสียงบอกสถานะการทำงานของลิฟต์ เช่น ประตูเปิด-ปิด เลขชั้นนั้นๆ ลิฟต์ขึ้น-ลง เป็นต้น และสามารถได้ยินภายในห้องลิฟต์

(6) ในกรณีที่ลิฟต์ขัดข้องให้มีทั้งเสียงและดวงไฟเตือนภัยเป็นไฟกระพริบทั้งภายนอกและภายในเพื่อให้คนพิการทางการมองเห็นและคนพิการทางการได้ยิน หรือการสื่อความหมายให้ได้รับรู้

1.4 การติดตั้งและทดสอบ

1.4.1 สายไฟให้ใช้สายทนไฟ (FIRE RESISTANT) ผลิตตามมาตรฐาน BS. หรือเทียบเท่า จะต้องมีขนาดพื้นที่หน้าตัดเหมาะสมกับโหลด สามารถทนกระแสไฟได้ไม่น้อยกว่า 125% ของกระแสใช้งานที่อุณหภูมิ 40 องศา เดินท่อร้อยสายในท่อเหล็กชนิด IMC หรือท่อร้อยสายโลหะชนิดอ่อนตามมาตรฐานที่กำหนด สำหรับสายไฟคอนโทรลให้เดินในรางร้อยสายไฟได้ โดยรางร้อยสายใช้ชนิดเหล็ก GALVANIZED มีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มม.

1.4.2 ชิ้นส่วนที่เป็นโลหะทั้งหมด เช่น ห้องลิฟต์ รางลิฟต์ มอเตอร์ลิฟต์ ตู้คอนโทรล ท่อและรางร้อยสายไฟ เป็นต้น ต้องต่อเนื่องถึงกันหมดไปเข้าที่ GROUND BAR ในบ่อหลุมลิฟต์ และที่แผงเมนไฟฟ้า เหล็ก SUPPORT รางลิฟต์ ทั้งหมดเป็นของผู้รับเหมาลิฟต์

1.4.3 การต่อสายต้องใช้ชนิดเครื่องมือกลบีบ การเข้าขั้วต่อสายอุปกรณ์ให้ใช้ชนิดหางปลา

1.4.4 การติดตั้งระบบไฟฟ้า ต้องเป็นไปตาม NE CODE U.S.A และกฎของการไฟฟ้าท้องถิ่น

1.4.5 การตรวจและการทดสอบลิฟต์ต้องทำในขณะที่มีผู้แทนของผู้ว่าจ้างรวมอยู่ด้วยโดยทำตามมาตรฐาน BS. หรือมาตรฐานของประเทศอื่นที่เทียบเท่า โดยต้องแจ้งรายละเอียดมาตรฐานให้ผู้ว่าจ้างเห็นชอบก่อนและทำการบันทึกหลักฐานการทดสอบมอบให้ผู้ว่าจ้าง 3 ชุด

1.5 การรับประกัน

1.5.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพ และสมรรถนะของเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ที่ผู้รับจ้างได้จัดหาและติดตั้งภายในระยะเวลา 2 ปี นับจากวันที่ส่งมอบงาน

1.5.2 ภายในช่วงเวลาการรับประกัน หากเครื่องวัสดุ และอุปกรณ์เสียหาย หรือเสื่อมคุณภาพอันเนื่องจากการใช้งานตามปกติ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพดีเช่นเดิมโดยเร็ว และรับผิดชอบในค่าใช้จ่ายทั้งหมด

1.5.3 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการเปลี่ยน และ/หรือแก้ไขวัสดุอุปกรณ์และข้อผิดพลาดอื่น ๆ ที่ผิดไปจากข้อกำหนด ซึ่งเจ้าของโครงการได้ตรวจพบภายหลัง หากผู้รับจ้างไม่ดำเนินการเปลี่ยน และ / หรือแก้ไข ให้เจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ที่จะดำเนินการเอง แล้วคิดค่าใช้จ่ายทั้งหมดกับผู้รับจ้าง

หมวดที่ 2 รายการมาตรฐานผลิตภัณฑ์

รายการมาตรฐานผลิตภัณฑ์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามรายละเอียดที่ระบุอยู่ในแบบ และหรือรายการประกอบแบบ โดยให้มีมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ไม่น้อยกว่าที่จะกล่าวต่อไปนี้

<u>รายชื่ออุปกรณ์และอุปกรณ์ที่มีคุณภาพเทียบเท่า</u>

1.	ลิฟต์โดยสาร	:	MITSUBISHI, HITACHI, SCHINDLER หรือเทียบเท่า

งานวิศวกรรมระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย

สารบัญ
ระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย

			หน้า
หมวดที่ 1	**ข้อกำหนดทั่วไป**		
	1.1	ขอบเขตงาน	1 – 1
	1.2	ข้อกำหนดที่ใช้เป็นมาตรฐาน	1 – 1
	1.3	ข้อกำหนดทั่วไป	1 – 1
	1.4	พนักงาน	1 – 3
	1.5	เครื่องมือ	1 – 3
	1.6	วัสดุและอุปกรณ์	1 – 3
	1.7	การตรวจสอบแบบและรายการ	1 – 4
	1.8	การแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบรายการและวัสดุอุปกรณ์	1 – 4
	1.9	การขนส่ง	1 – 5
	1.10	การเก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์	1 – 5
	1.11	การใช้พลังงานไฟฟ้าและอื่น ๆ ระหว่างการติดตั้ง	1 – 5
	1.12	ความรับผิดชอบ ณ สถานที่ติดตั้ง	1 – 5
	1.13	การประสานงาน	1 – 6
	1.14	แบบใช้งาน (SHOP DRAWING) สำหรับการก่อสร้าง, ติดตั้ง	1 – 6
	1.15	การรายงานผลและความคืบหน้าของงาน	1 – 6
	1.16	ป้ายและเครื่องหมายของวัสดุอุปกรณ์	1 – 7
	1.17	การทดสอบเครื่องและระบบ	1 – 7
	1.18	แบบสร้างจริง (AS-BUILT DRAWINGS)	1 – 7
	1.19	การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่รักษาเครื่อง	1 – 8
	1.20	หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์	1 – 8
	1.21	การรับประกันงาน	1 – 9
	1.22	การบริการ	1 – 9
	1.23	การส่งมอบงาน	1 – 9
	1.24	วัสดุ สิ่งของที่จำเป็นต้องนำมาเตรียมการไว้ล่วงหน้า	1 – 10

หมวดที่ 2 ระบบสุขาภิบาล

2.1	ขอบเขตของงาน	2 – 1
2.2	ข้อกำหนดที่ใช้เป็นมาตรฐาน	2 – 1
2.3	ข้อกำหนดทั่วไป	2 – 1
2.4	ระบบระบายน้ำทิ้ง	2 – 6
2.5	ระบบประปา	2 – 7
2.6	ของตัวอย่าง	2 – 8
2.7	การทำความสะอาดระบบประปา	2 – 8
2.8	การตรวจสอบและการทดสอบ	2 – 9
2.9	อุปกรณ์ประกอบทั่วไป	2 – 10
2.10	เครื่องสูบน้ำ	2 – 11
2.11	ถังเก็บน้ำบนชั้นดาดฟ้า	2 – 15
2.12	ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป	2 – 15

หมวดที่ 3 ระบบป้องกันอัคคีภัย

3.1	ขอบเขตของงาน	3 – 1
3.2	ข้อกำหนดที่ใช้เป็นมาตรฐาน	3 – 1
3.3	ข้อกำหนดทั่วไป	3 – 1
3.4	ระบบดับเพลิงชนิดสายสูบ	3 – 6
3.5	ประตูน้ำ และอุปกรณ์ประกอบ	3 – 7
3.6	เครื่องดับเพลิงแบบมือถือ (Portable Fire Extinguisher)	3 – 8

หมวดที่ 4 รายการมาตรฐานผลิตภัณฑ์ 4 - 1

หมวดที่ 1 ข้อกำหนดทั่วไป

1.1 ขอบเขตงาน

เพื่อจัดหาแรงงาน เครื่องมือ อุปกรณ์ และบริการ จากผู้รับจ้างในการติดตั้งเครื่องอำนวยความ สะดวกทางด้านงานระบบสุขาภิบาล ตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง ซึ่งทั้งหมดระบุไว้ในแบบและรายการประกอบแบบ ประกอบด้วย

1.1.1 จัดหาติดตั้งระบบจ่ายน้ำ ซึ่งประกอบด้วย ระบบท่อ เครื่องสูบน้ำ อุปกรณ์ประกอบตลอดจนระบบวงจรควบคุมต่าง ๆ

1.1.2 จัดหาและติดตั้ง ระบบจ่ายน้ำประปา ระบบสุขาภิบาล ซึ่งประกอบด้วย ระบบท่อ เครื่องสูบน้ำ อุปกรณ์ประกอบ ตลอดจนระบบวงจรควบคุมต่าง ๆ

1.1.3 จัดหาและติดตั้งระบบดับเพลิง

1.1.4 จัดหาและติดตั้งระบบไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับระบบ PUMP

1.2 ข้อกำหนดที่ใช้เป็นมาตรฐาน

1.2.1 มาตรฐาน ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (E.I.T. STANDARD)

1.2.2 มาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

1.2.3 มาตรฐานของการประปาส่วนภูมิภาค

1.2.4 มาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

1.2.5 มอก. (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ของกระทรวงอุตสาหกรรม)

1.2.6 ASTM AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIAL

1.2.7 DIN DUTCHER INDUSTIAL NURM

1.2.8 JIS JAPANESE INDUSTRAIL STANDARD

1.2.9 ANSI AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE

1.3 ข้อกำหนดทั่วไป

1.3.1 วัสดุ อุปกรณ์ ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องจักร ที่ใช้ในการก่อสร้างและติดตั้งจะต้องมีคุณภาพเพื่อประกันต่อประสิทธิภาพการทำงานและอายุการใช้งาน วัสดุที่ใช้ทั้งหมดต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อนและไม่มีของชำรุดบกพร่องใด ๆ โดยเฉพาะจะต้องมีคุณภาพไม่ต่ำกว่าที่ได้กำหนดไว้ หรือบ่งแจ้งไว้ในข้อกำหนดใด ๆ ของงานนี้ อุปกรณ์ที่บกพร่องหรืออุปกรณ์ที่เสียหายในขณะติดตั้ง หรือขณะทดสอบจะต้องเปลี่ยนใหม่หรือแก้ไขซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดี ทั้งนี้ต้องได้รับการรับรองจาก วิศวกรผู้ควบคุมงาน

1.3.2 ผู้รับจ้าง จะต้องตรวจสอบรายละเอียดการติดตั้งจากสถาปนิก วิศวกรโครงสร้างและวิศวกรระบบก่อนการดำเนินการติดตั้งเพื่อให้การดำเนินการงานสอดคล้องและเป็นไปอย่างราบรื่น

1.3.3 เมื่อมีข้อขัดแย้ง ระหว่างแบบและรายการประกอบแบบ หรือข้อสงสัย ข้อผิดพลาดเกี่ยวกับแบบและรายการประกอบแบบ ให้สอบถามจากวิศวกร ผู้ควบคุมงานและการตีความขัดแย้งใด ๆ ให้ตีความไปในแนวทางที่ดีกว่า ถูกต้องกว่า มีวัสดุ อุปกรณ์ ที่มีคุณภาพดีกว่า ครบถ้วนกว่าทั้งสิ้น

1.3.4 ผู้รับจ้างจะต้องเข้าใจว่าแบบที่ใช้ประกอบนั้นเป็นเพียงไดอะแกรมซึ่งแสดงหลักการและรูปแบบเท่านั้น ตำแหน่งของท่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ดูเรียบร้อยสวยงามและให้สะดวกต่อการบำรุงและใช้งาน โดยไม่ขัดขวางต่องานระบบอื่นด้วย

1.3.5 ดังได้กล่าวแล้วว่าแบบที่กำหนดไว้เป็นเพียงไดอะแกรม ดังนั้นระยะต่าง ๆ ผู้รับจ้างจะวัดจากแบบแล้วเทียบมาตราส่วนไม่ได้ ระยะต่าง ๆ ต้องกำหนดและวัดจากสถานที่จริง ๆ ก่อนการติดตั้งสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบแบบกับสภาพของจริงให้คล้องจองกันก่อน

1.3.6 เพื่อให้การทำงานเป็นไปโดยเรียบร้อย ภายในเวลาไม่เกินหนึ่งสัปดาห์หลังจากการเซ็นสัญญา ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแนะการทำงานของตนให้แก่ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง แผนงานดังกล่าวจะต้องประกอบด้วย

(1) วันเริ่มงานและเสร็จของแต่ละส่วน

(2) เวลาการทำงานของคนงานแต่ละส่วน

(3) เวลาการนำเข้าของชิ้นส่วนที่สำคัญ

1.3.7 เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับช่วยให้ระบบต่าง ๆ ใช้งานได้ดี แม้ว่าจะไม่ระบุละเอียดในแบบและรายการประกอบแบบนี้ให้ถือเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องหามาติดตั้งในงาน เพื่อให้ได้ระบบที่สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพทั้งนี้โดยความเห็นชอบของวิศวกรผู้ควบคุมงาน

1.3.8 การวางท่อ การประกอบท่อ การติดตั้งข้อต่อท่อ การเตรียมสถานที่ ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของ ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง

1.3.9 ท่อและอุปกรณ์ทั้งหมด ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดภายในเสียก่อน แล้วจึงนำลงต่อในร่องดิน

1.3.10 ผู้รับจ้างจะต้องทำการวางท่อเอกท่อรองชนิดขนาดต่าง ๆ พร้อมทั้งติดตั้งอุปกรณ์ เช่น ประตูระบายอากาศ ประตูน้ำ ข้อลด ข้อโค้ง ฯลฯ ตามแบบแปลน หรือตามที่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างอาจจะให้ติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปโดยถูกต้องตามหลักวิชาการ ค่าใช้จ่ายในการนี้เป็นของ ผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

1.3.11 ปลายสุดของท่อและอุปกรณ์ต่าง ๆ เมื่อเลิกหรือหยุดงานทุกครั้ง ผู้รับจ้างจะต้องอุดหรือปิดไว้ให้ มิดชิด เพื่อป้องกันผง เศษขยะ ดินหรือสัตว์ ฯลฯ เข้าไปในท่อ

1.3.12 การตัดท่อให้ยาวพอเหมาะกับระยะทาง ผู้รับจ้างจะต้องตัดปลายท่อด้วยความระมัดระวังและเรียบร้อย การตัดและแต่งปลายท่อให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง

1.4 พนักงาน

1.4.1 ผู้รับจ้างต้องมีวิศวกรประเภทภาคีวิศวกร เป็นอย่างน้อย ตาม พรบ. วิชาชีพวิศวกรรมประจำหน่วยงานก่อสร้างที่มีความรู้และความสามารถในการควบคุมการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งหมดให้ถูกต้องผู้รับจ้างต้องมีช่างที่ชำนาญในงานโดยเฉพาะสำหรับงานติดตั้งท่อและติดตั้ง PUMP ในระบบ

1.4.2 ผู้รับจ้างต้องมีพนักงานเพียงพอในการปฏิบัติให้เสร็จทันความต้องการของเจ้าของโครงการ

1.4.3 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบงานเดินท่อและติดตั้ง PUMP ทั้งหมด โดยให้พนักงานดำเนินการให้เป็นไปตามแบบและข้อกำหนดต่างๆ อย่างถูกต้องและสมบูรณ์

1.4.4 ผู้ควบคุมงานมีสิทธิถอนพนักงานคนใดของผู้รับจ้าง เมื่อเห็นว่าปฏิบัติงานไม่ถูกต้องหรือไม่เหมาะสม

1.4.5 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบความปลอดภัยของพนักงานของตนเอง

1.4.6 ผู้รับจ้างต้องส่งประวัติการทำงานของพนักงานตั้งแต่ระดับหัวหน้าช่างไปจนถึงวิศวกรผู้ควบคุมงานให้เจ้าของโครงการหรือตัวแทนพิจารณาอนุมัติก่อนเข้าประจำหน่วยงาน

1.4.7 ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบผังบุคลากร (ORGANIZATION CHART) ในส่วนของผู้รับจ้างมอบให้เจ้าของโรงงาน หรือตัวแทนพิจารณาอนุมัติ

1.4.8 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบจัดหาป้ายชื่อ และ/หรือ ป้ายแสดงตนว่าเป็นพนักงานของผู้รับจ้างที่สามารถสังเกตได้ง่ายให้แก่พนักงานของผู้รับจ้างทุกคน

1.5 เครื่องมือ

1.5.1 ผู้รับจ้างต้องมีเครื่องมือ เครื่องใช้ เครื่องผ่อนแรง ที่มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยสำหรับใช้ในงานปฏิบัติงานและต้องเป็นชนิดที่ถูกต้องเหมาะสมกับประเภทของงานที่ทำในจำนวนที่เพียงพอ

1.5.2 ผู้ควบคุมงานมีสิทธิที่จะบังคับให้ผู้รับจ้างเพิ่ม และ/หรือ เปลี่ยนแปลงจำนวน และ/หรือ ใช้เครื่องมือที่ไม่ถูกต้องเหมาะสมกับงาน

1.6 วัสดุและอุปกรณ์

1.6.1 ผู้รับจ้างต้องส่งตัวอย่างวัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้ติดตั้ง พร้อมด้วยข้อมูลทางด้านเทคนิคให้ผู้ควบคุมได้ตรวจอุปกรณ์อนุมัติล่วงหน้าอย่างน้อย 30 วัน ก่อนนำไปทำการติดตั้ง

1.6.2 วัสดุ อุปกรณ์ ซึ่งเสียหายในระหว่างการขนส่ง การติดตั้ง หรือการทดสอบต้องดำเนินการเปลี่ยน หรือซ่อมแซมให้ใหม่ ตามความเห็นชอบและอนุมัติของผู้ควบคุมงาน/ผู้ว่าจ้าง และหรือ ตัวแทน

1.6.2 ถ้าผู้ควบคุมงานเห็นว่าวัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้มีคุณสมบัติไม่ดีเท่าที่กำหนดไว้ในรายการ ผู้ควบคุมงานมีสิทธิที่จะไม่ยอมให้นำมาใช้ในงานนี้ ในกรณีที่ผู้ควบคุมงานมี

ความเห็นว่าควรส่งให้สถาบันที่ผู้ควบคุมงานเชื่อถือทำการทดสอบคุณสมบัติเพื่อเปรียบเทียบกับข้อกำหนดความต้องการของเจ้าของโครงการ ก่อนที่จะอนุมัติให้นำมาใช้ได้ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ดำเนินการให้โดยมิชักช้าและต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

1.6.3 วัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งต้องเป็นของใหม่และไม่เคยใช้งานมาก่อนหากมีความจำเป็นเกิดขึ้น อันกระทำให้ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาวัสดุ หรืออุปกรณ์ตามที่ได้แจ้งในรายละเอียดและ/หรือ แสดงตัวอย่างแก่ผู้ควบคุมงานไว้ และต้องจัดหาวัสดุหรืออุปกรณ์อื่นมาทดแทนแล้ว ผู้รับจ้างต้องชี้แจงจนเป็นที่พอใจแก่ผู้ควบคุมงาน เพื่อรับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานโดยฉับพลัน

1.7 การตรวจสอบแบบและรายการ

1.7.1 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบและรายการ ข้อกำหนดต่าง ๆ จนแน่ใจว่าเข้าใจถึงข้อกำหนดและเงื่อนไขต่าง ๆ โดยแจ้งชัด

1.7.2 เมื่อมีข้อสงสัย ข้อขัดแย้งระหว่างแบบและรายการ หรือข้อสงสัย หรือข้อผิดพลาดเกี่ยวกับแบบและรายการ ให้สอบถามจากผู้ควบคุมงานโดยตรง และการตีความในข้อขัดแย้งใด ๆ ให้ตีความในทางที่ดีกว่า ถูกต้องกว่า ใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพดีกว่าทั้งสิ้น กล่าวคือให้ผลประโยชน์ที่ดีกว่า หรือดีที่สุดแก่ผู้ว่าจ้าง

1.7.3 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบรายละเอียดการติดตั้งจากแบบสถาปนิกและโครงสร้างพร้อม ๆ ไปกับแบบทางวิศวกรรมเครื่องกลไฟฟ้าและสุขาภิบาลก่อนดำเนินการติดตั้งเสมอ

1.7.4 ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่ได้แจ้งรายการของวัสดุหรืออุปกรณ์ที่มีคิดว่าไม่ถูกต้อง ไม่เหมาะสม ผิดกฎบังคับหรือระเบียบใด ๆ ก็ตามเป็นลายลักษณ์อักษรตอนเสนอราคาเพื่อรับจ้าง ให้ถือว่าผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบ เพื่อให้ได้งานสำเร็จสมบูรณ์ในราคาที่ได้เสนอรับจ้างโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในภายหลังอีก

1.8 การแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบรายการและวัสดุอุปกรณ์

1.8.1 การเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานที่ผิดไปจากแบบและรายการ อันเนื่องจากแบบและรายการขัดกัน หรือความจำเป็นอื่นใดก็ดี ผู้รับจ้างต้องแจ้งแก่ทางผู้ควบคุมงานเพื่ออนุมัติขอความเห็นชอบเสียก่อนจึงดำเนินการได้

1.8.2 ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ของผู้รับจ้างมีลักษณะคุณสมบัติ อันเป็นเหตุให้อุปกรณ์รายการที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้ เกิดความไม่เหมาะสมหรือไม่ทำงานโดยถูกต้อง ผู้รับจ้างต้องไม่เพิกเฉยละเลยที่จะแจ้งขอความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงให้ถูกต้อง โดยชี้แจงแสดงหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิตมิฉะนั้นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นแต่เพียงผู้เดียว

1.8.3 ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีช่องทางเข้าถึงเครื่องจักรและอุปกรณ์ โดยมีขนาดเท่าที่จำเป็นและเหมาะสมกับเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ผู้รับจ้างจัดหามา ให้สะดวกสำหรับการเข้าไปเดินเครื่อง, ตรวจสอบการทำงานของเครื่อง และหรือ ซ่อมแซมบำรุงรักษา

1.8.4 กรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขแบบ รายการ วัสดุและอุปกรณ์ดังกล่าวข้างต้นให้ผู้รับจ้างทำหนังสือขออนุมัติก่อนการติดตั้งอย่างน้อย 30 วัน

1.9 การขนส่ง

1.9.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการขนส่งเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ มายังสถานที่ติดตั้งรวมทั้งการยกเข้าไปยังที่ติดตั้งค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

1.9.2 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายอันเกิดจากการขนส่งวัสดุ อุปกรณ์หรือเครื่องมือต่าง ๆ มายังสถานที่ติดตั้ง

1.9.3 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อความล่าช้าในการขนส่งวัสดุ อุปกรณ์หรือเครื่องมือต่างๆ มายังสถานที่ติดตั้ง

1.10 การเก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์

ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาสถานที่เก็บรักษาเครื่องมือวัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งภายในบริเวณสถานที่ก่อสร้างอาคารเอง เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ดังกล่าวจะยังคงเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับจ้างเองทั้งหมด ซึ่งผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อการสูญหาย, เสื่อมสภาพ หรือถูกทำลายจนกว่าจะได้ติดตั้งได้สมบูรณ์และส่งมอบงานแล้ว

1.11 การใช้พลังงานไฟฟ้าและอื่น ๆ ระหว่างการติดตั้ง

1.11.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเกี่ยวกับกับค่าใช้จ่ายในการต่อสายไฟฟ้า สายโทรศัพท์ ท่อน้ำประปาและท่อน้ำอื่น ๆ รวมทั้ง ค่ายามรักษาการณ์และค่าทำความสะอาด

1.11.2 ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในข้อ 1.11.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบตั้งแต่วันเริ่มเตรียมการระหว่างการใช้งานจนกระทั่งวันส่งมอบงานเรียบร้อยแล้ว

1.11.3 การรื้อถอนวัสดุและอุปกรณ์ที่ต้องใช้งานชั่วคราว และกระทำให้อยู่ในสภาพดีเช่นเดิม ภายหลังการส่งมอบงานแล้วก็ยังคงอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างเช่นกัน

1.11.4 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดตั้งระบบไฟฟ้าชั่วคราว สำหรับแสงสว่างตามจุดต่าง ๆ ตามที่เจ้าของโครงการกำหนดให้ ซึ่งจำเป็นสำหรับการปฏิบัติงานหรือตรวจสอบงานของเจ้าของอาคาร ค่าใช้จ่ายในการติดโคมไฟสำหรับแสงสว่างชั่วคราวนี้ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบ

1.12 ความรับผิดชอบ ณ สถานที่ติดตั้ง

1.12.1 ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังรักษาความปลอดภัย รวมทั้งอัคคีภัยเกี่ยวกับทรัพย์สินทั้งปวง

1.12.2 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเต็มที่เกี่ยวกับเหตุเสียหายต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานการติดตั้งและทดลองเครื่องจักร

1.12.3 ผู้รับจ้างต้องดูแลสถานที่ปฏิบัติงาน ที่พักชั่วคราว ที่เก็บของต่าง ๆ ให้สะอาดเรียบร้อยและอยู่ในสภาพปลอดภัยตลอดเวลา

1.12.4 ผู้รับจ้างพยายามทำงานให้เงียบและสั่นสะเทือนน้อยที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้ เพื่อมิให้เกิดความเดือดร้อนและมีผลกระทบกระเทือนต่อคนหรืองานอื่น ๆ ที่อยู่ใกล้สถานที่ติดตั้ง

1.12.5 เมื่อผู้รับจ้างได้ทำการติดตั้งสมบูรณ์แล้ว ผู้รับจ้างต้องขนย้ายเครื่องมือเครื่องใช้ตลอดจนรื้อถอนอาคารชั่วคราว ซึ่งผู้รับจ้างได้ปลูกสร้างขึ้นสำหรับงานนี้ออกไปให้พ้นจากสถานที่จนหมดสิ้น สิ่งใดที่ต้องส่งคืนให้แก่เจ้าของโครงการก็ต้องจัดส่งให้เรียบร้อยเสร็จสิ้นไปก่อนที่จะส่งมอบงาน

1.13 การประสานงาน

1.13.1 ผู้รับจ้างต้องกำหนดตารางและรายละเอียดประกอบการประสานงานทั้งทางด้านช่าง การส่งของ การติดตั้งและการแล้วเสร็จของงานแต่ละขั้นตอน เพื่อป้องกันอุปสรรคและความล่าช้าต่าง ๆ อันอาจเป็นผลกระทบกระเทือนต่อการแล้วเสร็จสมบูรณ์ของงานทั้งหมด

1.13.2 ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่น เช่น ผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร เป็นต้น เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปด้วยดีไม่มีอุปสรรค

1.14 แบบใช้งาน (SHOP DRAWING) สำหรับการก่อสร้าง, ติดตั้ง

1.14.1 ผู้รับจ้างต้องส่งแบบที่จะใช้ติดตั้งอย่างน้อย 3 ชุด ให้เจ้าของโครงการอนุมัติก่อนการติดตั้งอย่างน้อย 30 วัน

1.14.2 แบบที่ใช้ติดตั้งต้องใช้มาตรฐานกระดาษและการเขียนสัญลักษณ์แบบเดียวกับต้นฉบับ

1.14.3 แบบที่ใช้ติดตั้งต้องแสดงรายละเอียดต่าง ๆ จำเป็นสำหรับรายละเอียดอื่น ๆ อันอาจจะเกี่ยวกับงานก่อสร้างหรือผู้รับจ้างรายอื่น ๆ

1.14.4 แบบใช้งานมีดังนี้

(1) แบบทั้งหมดที่ประกอบขึ้นและการติดตั้ง

(2) การติดตั้งปั๊มน้ำ

(3) การติดตั้งระบบท่อ และแนวการเดิน

(4) รายละเอียดของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการติดตั้ง เช่น ขนาด ความหนา หรือคุณสมบัติอื่นๆ รวมถึงแสดงตำแหน่งของการติดตั้ง

(5) งานระบบอื่น ๆ (ถ้ามี)

1.15 การรายงานผลและความคืบหน้าของงาน

1.15.1 ผู้รับจ้างต้องส่งรายงาน สรุปความคืบหน้าของการปฏิบัติงานติดตั้งเป็นลายลักษณ์อักษร จำนวน 3 ชุด ให้แก่ผู้คุมงานโดยสม่ำเสมอ ทุก 7 วัน (WEEKLY REPORT) และ 30 วัน (MONTHLY REPORT)

1.15.2 รายงานดังกล่าวในข้อ 1.15.1. ต้องเริ่มทำแล้วจากวันที่ลงนามสัญญาว่าจ้างและสิ้นสุดลงเมื่อส่งมอบงานให้แก่ผู้ควบคุมงานเรียบร้อยแล้ว

1.15.3 นอกจากนี้ ผู้รับจ้างต้องจัดส่งแผนงานประจำเดือน (MONTHLY REPORT) ที่จะดำเนินงานต่อไปทุกเดือน หลังจากส่งรายงานผลงานประจำ 30 วัน (MONTHLY REPORT) แล้ว

1.16 ป้ายและเครื่องหมายของวัสดุอุปกรณ์

1.16.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำป้ายชื่อ เป็นตัวหนังสือและเครื่องหมายต่าง ๆ เพื่อแสดงชื่อและอุปกรณ์และขนาดการใช้งาน โดยใช้ภาษาไทย และ/หรือ ภาษาอังกฤษ

1.16.2 ป้ายชื่อทำด้วยแผ่นพลาสติกพื้นสีดำแกะสลักตัวอักษรสีขาวขนาดโตอย่างน้อย 1 นิ้ว และเคลือบพลาสติกอีกชั้นหนึ่ง ป้ายต้องยึดติดให้มั่นคงถาวร

1.16.3 สีที่ใช้พ่นเป็นตัวหนังสือและเครื่องหมายให้ใช้สีสเปรย์กระป๋อง

1.16.4 วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เมื่อติดตั้งแล้ว สามารถเห็นได้อย่างชัดเจน จะต้องแสดงเครื่องหมายและอักษรย่อหรือข้อความที่สั้นกระทัดรัด ง่ายต่อการเข้าใจ

1.17 การทดสอบเครื่องและระบบ

1.17.1 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบใช้และอุปกรณ์การใช้งานทั้งระบบตามหลักวิชาการ เพื่อแสดงให้เห็นว่างานที่ทำมาถูกต้องตามแบบและรายการที่กำหนดทุกประการ โดยมีผู้ควบคุมงานร่วมในการทดสอบด้วย และผู้รับจ้างต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น

1.17.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ ผู้รับจ้างเป็นผู้หา

1.17.3 การทดสอบเครื่องและระบบต่าง ๆ ให้เป็นไปตามข้อกำหนดและมาตรฐานที่อ้างถึง

1.17.4 ผู้รับจ้างต้องจัดส่งผลการทดสอบเครื่องและระบบให้เจ้าของงานหรือผู้ควบคุมงานตรวจสอบ ทั้งนี้ ผู้รับจ้างต้องส่งตารางการทดสอบให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อน อนึ่งผลการทดสอบเครื่องและระบบดังกล่าวถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของเอกสารในการส่งมอบงาน

1.18 แบบสร้างจริง (AS-BUILT DRAWINGS)

1.18.1 ระหว่างดำเนินการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องจัดทำแผนผังและแบบงานที่สร้างจริงแสดงตำแหน่งของอุปกรณ์และการเชื่อมต่ออุปกรณ์ตามที่เห็น รวมทั้งการแก้ไขอื่น ๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างการติดตั้ง

1.18.2 แบบสร้างจริงนี้ต้องส่งมอบให้แก่เจ้าของโครงการ 4 ชุด ในวันที่ส่งมอบงาน โดยเป็นแบบที่ประกอบด้วยต้นฉบับเขียนในกระดาษไข สามารถพิมพ์ได้ 1 ชุด และแบบพิมพ์เขียวอีก

3 ชุด มีขนาดและมาตราส่วนเดียวกับของผู้ออกแบบรวมทั้ง ELECTRONIC FILE จำนวน 1 ชุด สำหรับแบบสร้างจริงทั้งหมด

1.19 การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่รักษาเครื่อง

1.19.1 ผู้รับจ้างต้องจัดการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่องและรักษาเครื่องของเจ้าของโครงการให้มีความรู้ ความสามารถในการใช้งานและการบำรุงรักษาก่อนส่งมอบงาน

1.19.2 ผู้รับจ้างต้องจัดหาช่างผู้ชำนาญในระบบต่าง ๆ มาช่วยเดินเครื่องและควบคุมเครื่องเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 30 วัน ติดต่อกันหลังส่งมอบงาน

1.20 หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์

1.20.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วยวิธีใช้และรายละเอียดของการบำรุงรักษา รายการอะไหล่และอื่น ๆ เป็นภาษาไทย/หรือภาษาอังกฤษสำหรับเครื่องและอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ผู้รับจ้างนำมาใช้จำนวน 4 ชุด มอบให้แก่เจ้าของโครงการในวันส่งมอบ

1.20.2 หนังสือคู่มือทั้งหมด ผู้รับจ้างต้องส่งร่างเสนอเจ้าของโครงการ 1 ชุด เพื่อตรวจสอบและอนุมัติก่อนการส่งมอบฉบับจริง

1.20.3 บทความโฆษณาของผู้ผลิตหรือแคตตาล็อคไม่ถือว่าเป็นหนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษา

1.20.4 หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่องจักร และอุปกรณ์ ต้องจัดเป็นรูปเล่มเย็บปกอย่างดี โดยแยกเป็นภาค ดังนี้

ภาคที่ 1 ประกอบด้วยเอกสารรายละเอียด ข้อมูลของเครื่อง อุปกรณ์ทั้งหมดที่ได้ยื่นเสนอและได้รับการอนุมัติให้ใช้ในโครงการ (SUBMITTAL DATA)

ภาคที่ 2 ประกอบด้วยแค๊ตตาล็อก เครื่อง อุปกรณ์ แยกเป็นหมวดหมู่ พร้อมเอกสารแนะนำวิธีการติดตั้งซ่อมบำรุงแนบมาด้วย (INSTALLATION, OPERATION AND MAINTENANCE MANUAL) รวมทั้งรายชื่อบริษัทผู้แทนจำหน่ายเครื่องอุปกรณ์จำนวน 4 ชุด

ภาคที่ 3 ประกอบด้วยรายงานการทดสอบเครื่องและระบบตามความเป็นจริง (TEST REPORT) จำนวน 4 ชุด

ภาคที่ 4 ประกอบด้วยรายการเครื่อง อะไหล่และข้อแนะนำชิ้นส่วนอะไหล่ที่ควรมีสำรองไว้ขณะใช้งาน (RECOMMENDED SPARE PARTS LIST) จำนวน 4 ชุด

ภาคที่ 5 ประกอบด้วยรายการตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์แต่ละชนิด เช่น รายเดือน, ทุก 3 เดือน , ทุก 6 เดือน และรายปี

ภาคที่ 6 คู่มือการใช้งานระบบ (SYSTEM OPERATION) จำนวน 4 ชุด

หนังสือคู่มือทั้งหมดผู้รับจ้างต้องส่งต้นฉบับเสนอผู้ควบคุมงาน 1 ชุด เพื่อตรวจสอบและอนุมัติก่อนการส่งต้นฉบับจริง จำนวน 4 ชุด

1.21 การรับประกันงาน

1.21.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันงานที่ได้รับส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างไปแล้วโดยการเปลี่ยน และ/หรือ แก้ไขวัสดุและงานตามข้อกำหนด รวมทั้งข้อผิดพลาดและสิ่งตกหล่นที่เกิดขึ้นในการเสนอราคาของผู้รับจ้างซึ่งเจ้าของโครงการตรวจพบหลังจากการตรวจรับงาน

1.21.2 ผู้รับจ้างต้องรับประกันอุปกรณ์ของระบบต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น ทำการแก้ไขงานที่ไม่ถูกต้อง เปลี่ยนวัสดุ และอุปกรณ์เสีย หรือเสื่อมคุณภาพรวมทั้งการบริการรายเดือนและในกรณีฉุกเฉินภายในระยะเวลา 2 ปี นับจากวันส่งมอบงาน หากผู้รับจ้างไม่เริ่มแก้ไขและดำเนินการให้เสร็จเรียบร้อยแล้ว เจ้าของโครงการสงวนสิทธิที่จะดำเนินการเองแล้วคิดค่าใช้จ่ายทั้งหมดจากผู้รับจ้าง

1.22 การบริการ

1.22.1 ผู้รับจ้างต้องจัดส่งวิศวกรหรือช่างผู้ชำนาญงานไว้สำหรับการตรวจซ่อมแซมและบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดีเป็นประจำทุกเดือน ภายในระยะเวลา 1 ปี รวมอย่างน้อย 12 ครั้ง

1.22.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงานผลการตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชิ้นและบำรุงรักษาทุกครั้ง เสนอต่อเจ้าของโครงการภายใน 7 วัน นับจากวันที่บริการ

1.22.3 ในกรณีเจ้าของโครงการมีความจำเป็นต้องใช้บริการฉุกเฉินนอกเวลาทำงานปกติ ผู้รับจ้างต้องรีบจัดทำโดยไม่ชักช้า

1.23 การส่งมอบงาน

1.23.1 ผู้รับจ้างต้องเปิดเดินเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานเต็มที่ หรือ พร้อมที่จะใช้งานได้เต็มที่ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ติดต่อกัน

1.23.2 ผู้รับจ้างต้องเริ่มทำการทดสอบเครื่อง วัสดุและอุปกรณ์ตามที่ผู้ควบคุมงานจะกำหนดให้ทดสอบจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจและแน่ใจของผู้ควบคุมงาน ว่าเครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์เหล่านั้นสามารถทำงานได้ดี ถูกต้องตามข้อกำหนดทุกประการ

1.23.3 รายการสิ่งของต่าง ๆ ต่อไปนี้ที่ผู้รับจ้างต้องส่งมอบให้แก่เจ้าของโครงการในวันที่ส่งมอบงาน ถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจรับมอบงานด้วย คือ

(1) แบบสร้างจริง

(2) หนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์

(3) เครื่องมือพิเศษสำหรับใช้ในการปรับแต่ง ซ่อมบำรุงเครื่องจักรและอุปกรณ์ ซึ่งโรงงานผู้ผลิตส่งมาให้ด้วย (ถ้ามี)

(4) อะไหล่ต่าง ๆ ตามข้อกำหนด

1.24 วัสดุ สิ่งของที่จำเป็นต้องนำมาเตรียมการไว้ล่วงหน้า

วัสดุ สิ่งของที่จำเป็นต้องสั่งเข้ามาจากภายนอกประเทศ นำมาเตรียมการไว้ล่วงหน้าเมื่อวัสดุ สิ่งของ อุปกรณ์ต่าง ๆ เหล่านั้น ได้ถูกขนถ่ายมาลงที่ท่าเรือกรุงเทพฯ แล้ว ผู้รับจ้างสามารถแสดงหลักฐานต่อเจ้าของโครงการว่าสินค้าดังกล่าวได้มาถึงแล้วจริง เพื่อขออนุมัติเบิกเงินล่วงหน้าได้ รายการวัสดุ สิ่งของและอุปกรณ์ที่สั่งเข้ามาจากภายนอกประเทศและสามารถยื่นเสนอขอเบิกเงินล่วงหน้า เมื่อได้เสนอเอกสารนำเข้าให้เจ้าของโครงการอนุมัติแล้ว ประกอบด้วย ปั๊มน้ำ และท่อที่จำเป็นต้องสั่งเข้ามาจากภายนอกประเทศ

หมวดที่ 2 ระบบสุขาภิบาล

2.1 ขอบเขตของงาน

เพื่อจัดหาแรงงาน เครื่องมือ อุปกรณ์ และบริการ จากผู้รับจ้างในการติดตั้งเครื่องอำนวยความสะดวกทางด้านสุขาภิบาลตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง ซึ่งทั้งหมดระบุไว้ในแบบและรายการประกอบแบบประกอบด้วย

2.1.1 ระบบประปา รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการติดตั้งมาตรวัดน้ำของการประปาภายในโครงการ

2.1.2 ระบบระบายน้ำฝน และระบบระบายน้ำ

2.1.3 ระบบบำบัดน้ำเสียของอาคาร

2.1.4 การติดตั้งสุขภัณฑ์และอุปกรณ์

2.1.5 การสกัด และการตกแต่ง

2.1.6 การติดตั้ง รวมทั้งการป้องกันการสั่นสะเทือนสำหรับเครื่องสูบน้ำ

2.1.7 ระบบไฟฟ้าที่เกี่ยวกับงานสุขาภิบาล

2.2 ข้อกำหนดที่ใช้เป็นมาตรฐาน

2.2.1 มาตรฐานการเดินท่อภายในอาคาร ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (E.I.T. STANDARD) หมายเลข 1004-16

2.2.2 มาตรฐานของการประปาส่วนภูมิภาค

2.2.3 มาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

2.2.4 มอก. (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ของกระทรวงอุตสาหกรรม)

2.2.5 มาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (E.I.T. STANDARD) หมายเลข 0001-26

2.2.6 ASTM - AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIAL

2.3 ข้อกำหนดทั่วไป

2.3.1 วัสดุ อุปกรณ์ ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้างและติดตั้งจะต้องมีคุณภาพดีเพื่อประกันต่อประสิทธิภาพการทำงานและอายุการใช้งาน วัสดุที่ใช้ทั้งหมดต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อนและไม่มีของชำรุดบกพร่องใด ๆ โดยเฉพาะจะต้องมี คุณภาพไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ หรือบ่งแจ้งไว้ในข้อกำหนดใด ๆ ของงานนี้ อุปกรณ์ที่บกพร่องหรืออุปกรณ์ที่เสียหายในขณะติดตั้ง หรือขณะทดสอบจะต้องเปลี่ยนใหม่ หรือแก้ไขซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดี ทั้งนี้ต้องได้รับการรับรองจากผู้แทนผู้ว่าจ้าง

2.3.2 ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบรายละเอียดการติดตั้งจากผู้แทนผู้ว่าจ้างก่อนการดำเนินการติดตั้ง เพื่อให้การดำเนินงานสอดคล้องและเป็นไปอย่างราบรื่น

2.3.3 มื่อมีข้อขัดแย้งระหว่างแบบและรายการ หรือข้อสงสัย ข้อผิดพลาดเกี่ยวกับแบบและรายการให้สอบถามจากผู้แทนผู้ว่าจ้างและการตีความขัดแย้งใด ๆ ให้ตีความไปในแนวทางที่ดีกว่า ถูกต้องกว่า มีวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพดีกว่าครบถ้วนกว่าทั้งสิ้น

2.3.4 ผู้รับจ้างจะต้องเข้าใจว่าแบบงานสุขาภิบาลและดับเพลิงนั้น เป็นเพียงไดอะแกรม ซึ่งแสดงหลักการและรูปแบบเท่านั้น ตำแหน่งของท่ออุปกรณ์ต่างๆ แสดงที่ตั้งและการจัดตั้งโดยประมาณเท่านั้น ผู้รับจ้างจะต้องจัดระเบียบท่อและการวางอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ดูเรียบร้อย สวยงาม และให้สะดวกต่อการบำรุงและใช้งาน โดยไม่ขัดขวางต่องานระบบอื่นด้วย

2.3.5 ดังได้กล่าวแล้วว่า แบบที่กำหนดไว้เป็นเพียงไดอะแกรม ดังนั้นระยะต่าง ๆ ผู้รับจ้างจะวัดจากแบบแล้วเทียบมาตราส่วนไม่ได้ระยะต่าง ๆ ต้องกำหนดและวัดจากสถานที่จริง ๆ ก่อนการติดตั้งสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบแบบกับสภาพของจริงให้คล้องจองกันก่อน

2.3.6 เพื่อให้การทำงานเป็นไปโดยเรียบร้อย ภายในเวลาไม่เกินหนึ่งสัปดาห์หลังจากการเซ็นสัญญา ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแนะการทำงานของตนให้แก่ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง แผนงานดัง กล่าวจะต้องประกอบด้วย

(1) วันเริ่มงานและเสร็จงานของแต่ละส่วน

(2) เวลาการทำงานของคนงานแต่ละส่วน

(3) เวลานำเข้าของชิ้นส่วนที่สำคัญ

2.3.7 เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับช่วยให้ระบบต่าง ๆ ใช้งานได้ดี แม้ว่าจะไม่ระบุหรือระบุไม่ละเอียดในแบบและรายการนี้ ให้ถือเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องหามาติดตั้งในงานเพื่อให้ได้ระบบที่สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้โดยความเห็นชอบของผู้แทนผู้ว่าจ้าง

2.3.8 การเดินท่อ ให้เดินท่อใต้พื้นหรือในกล่องซ่อนท่อ ห้ามฝังในผนังพื้นและคาน ยกเว้นจะระบุเป็นอย่างอื่นในแบบ หรือเป็นเหตุสุดวิสัย ท่อที่เดินใต้พื้นให้ใช้เครื่องยึดเหนี่ยวและเครื่องแขวนท่อ การเดินท่อจะต้องจัดเรียงท่อให้เรียบร้อยเป็นแนวตรงได้ฉากและมั่นคงแข็งแรง

2.3.9 ท่อทุกชนิดที่สามารถเห็นได้เมื่อการก่อสร้างแล้วเสร็จสมบูรณ์ ทั้งนี้รวมไปถึงท่อที่เดินอยู่เหนือฝ้า และกล่องซ่อนท่อให้ทาสีทำเครื่องหมายเป็นสัญญลักษณ์ของท่อชนิดต่าง ๆ พร้อมทิศทางการไหลซึ่งจะกำหนดให้เป็นสีต่าง ๆ ตามข้างล่างนี้ทุกระยะไม่เกิน 3.00 เมตร สีอาจเปลี่ยนได้กรณีซ้ำกับงานระบบ อื่น ๆ

ท่อประปา	ทาสี	น้ำเงิน
ท่อระบายน้ำทิ้ง	ทาสี	น้ำตาล
ท่อส้วม	ทาสี	ดำ
ท่อระบายอากาศ	ทาสี	ขาว

2.3.10 ชนิดของท่อถ้ามิได้ระบุเป็นอย่างอื่นในแบบ ให้ใช้ท่อต่าง ๆ ตามรายการนี้

(1) ท่อส้วม ท่อระบายน้ำเสียและท่ออากาศใช้ท่อ POLYVINYL CHLORIDE (P.V.C) ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 17-2524 CLASS 8.5 ยกเว้นท่อส่วนที่เดินใต้พื้นชั้นที่ 1 หรือฝังดิน ให้ใช้ CLASS 13.5

(2) ท่อระบายน้ำฝน ใช้ท่อ POLYVINYL CHLORIDE (P.V.C.) ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 17-2524 CLASS 8.5 ยกเว้นท่อส่วนที่เดินใต้พื้นชั้นที่ 1 หรือฝังดิน ให้ใช้ CLASS 13.5 กรณีท่อที่ต้องฝังในเสาให้ใช้ ท่อเหล็กอาบสังกะสีประเภทที่ 2 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 277-2532

(3) ท่อประปาภายในอาคาร ใช้ท่อ POLYPROPYLENE (PP - R 80) CLASS SDR 11 (PN 10) ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม DIN 8077/78 โดยใช้ข้อต่อระบบ SOCKET FUSION การต่อท่อต้องได้รับการติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต และท่อประปาภายนอกอาคาร ใช้ท่อ POLYBUTYLENE CLASS SDR 13.5 ตามมาตรฐาน ม.อ.ก. 910-2532 โดยใช้ข้อต่อระบบ SOCKET FUSION

(4) ท่อระบายน้ำฝนภายนอกอาคาร ใช้ท่อคอนกรีตเสริมเหล็กชั้น 2 ประเภทปากลิ้นราง ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 128-78

(5) ท่อส่วนที่ฝังทะลุผ่านผนังบ่อน้ำ ที่กำหนดเป็นท่อ เหล็กไร้สนิม (STAINLESS STEEL) ให้ใช้ตามมาตรฐาน JIS G 3452, AISI, SCH 80

2.3.11 ท่อเหล็กใช้ทำปลอก การสกัดการตกแต่ง

(1) ในขณะที่ระบุหรือมีความจำเป็นต้องเดินท่อผ่านคาน เสา หรือพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก จะต้องเดินท่อเหล่านี้ให้เรียบร้อยเสียก่อนเทคอนกรีต หรือใส่ปลอกท่อเหล็กฝังไว้ก่อนเทคอนกรีต จะต้องแจ้งให้ผู้แทนผู้ว่าจ้างทราบล่วงหน้าเพื่อตรวจสอบให้ถูกต้อง

(2) ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่ง SHOP DRAWING แสดงตำแหน่งของท่อปลอกต่างๆ เพื่อให้ผู้แทนผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนทำการติดตั้ง

(3) ผู้รับจ้างสามารถจะสกัดหรือตกแต่งส่วนต่างๆให้เหมาะสมต่อการติดตั้งวางท่อได้ แต่การสกัดหรือตกแต่งส่วนต่างๆที่เป็นโครงสร้างตัวอาคารจะกระทำได้ต่อเมื่อได้รับอนุมัติจากผู้แทนผู้ว่าจ้าง

2.3.12 เครื่องยึดเหนี่ยวและอุปกรณ์แขวนท่อ

(1) เครื่องมือที่ใช้ในการแขวนรองรับและรัด หรือยึดท่อจะต้องมีขนาดเหมาะสม และ ยึดติดกับโครงสร้างอาคารอย่างมั่นคงแข็งแรง เพียงพอในการรับน้ำหนักท่อ

(2) ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่ง SHOP DRAWING แสดงตำแหน่งและแนวการแขวนท่อ รวมทั้งของตัวอย่าง เครื่องยึดเหนี่ยวและอุปกรณ์แขวนท่อให้ผู้แทนผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนทำการติดตั้ง

(3) ท่อที่วางในแนวราบ หรือในแนวระดับ จะต้องมีที่ยึด หรือรัดท่อ หรือแขวน หรือรองรับกับแผ่นพื้น หรือคานด้านบน ท่อที่ติดกับกำแพง หรือคานด้านบน ท่อที่ติดกับกำแพง หรือพื้นให้ใช้เข็มขัดโลหะรัดท่อเข้ากับกำแพง หรือพื้นทุกๆ ระยะตามข้อ 3.9.4 และ ข้อ 3.9.5

(4) ท่อที่ติดตั้งในแนวดิ่ง หรือแนวตั้ง จะต้องยึด หรือรัดท่อให้มั่นคงแข็งแรงทุก ๆ ชั้นของอาคาร หรือไม่น้อยกว่าช่วงของความยาวท่อแต่ละท่อนนอกจากนี้ ตรงโคนท่อจะต้องมีการรองรับเป็นพิเศษ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ท่อเปลี่ยนจากแนวดิ่งมาเป็นแนวราบ

(5) ระยะห่างที่มากที่สุดเป็นเมตรของเครื่องยึดเหนี่ยวและอุปกรณ์แขวนท่อ

ท่อ (นิ้ว)	เหล็กเส้น (มม.)	ท่อเหล็ก		ท่อพี.วี.ซี		ท่อทองแดง	
		แนวนอน	แนวตั้ง	แนวนอน	แนวตั้ง	แนวนอน	แนวตั้ง
1/2	9	2.0	2.4	0.9	1.2	1.5	1.8
3/4	9	2.4	3.0	1.0	1.2	1.8	2.4
1	9	2.4	3.0	1.0	1.2	1.8	2.4
1 1/4	9	2.4	3.0	1.2	1.8	2.0	3.0
1 1/2	9	3.0	3.6	1.3	1.8	2.4	3.0
2	9	3.0	3.6	1.5	1.8	2.4	3.6
1 1/2	12	3.0	4.5	1.8	2.4	3.0	3.6
3	12	3.6	4.5	2.0	2.4	3.0	3.6
4	15	4.0	4.5	2.4	2.4	3.0	3.6
5	15	4.8	4.5	2.4	3.0		
6	22	4.8	4.5	2.4	3.0		
8	22	6.0	4.8	3.0	3.6		
10	22	6.0	4.8				
12	22	6.0	4.8				

การแขวนและยึดรับท่อ พี.บีและท่อเอช.ดี.พี.อี ให้เป็นไปตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตสำหรับท่อเหล็กหล่อให้มีที่แขวนและยึดรับทุกระยะ 3 เมตร เป็นอย่างน้อยแต่จะต้องมีที่ยึดรับอยู่ใกล้รอยต่อ และทุกครั้งที่ท่อเลี้ยวหรือมีท่อแยก

(6) การทาสี เครื่องยึดเหนี่ยวและอุปกรณ์แขวนท่อ ทุกชิ้นต้องทาสีกันสนิม EPOXY 2 ชั้น และทาสีเทาทับ 1 ชั้น โดยก่อนทาสีต้องขัดสนิมให้หมดเสียก่อน

2.3.13 การต่อท่อ

(1) การต่อท่อคอนกรีตเสริมหลึก ต่อโดยใช้ปากแตรยาด้วยซีเมนต์ท่อสอดจะต้องสอดลึกเข้าไปถึงก้นปากแตร และพอกด้วยซีเมนต์โดยรอบ และตลอดความยาวของท่อที่เหลื่อมกัน ซีเมนต์ผสมทรายละเอียด 1: 2 ผสมน้ำพอประมาณปิดควาหนาของรอยต่อของท่อสวม และปาดผิวหน้าเป็นมุม 45° เสมอขอบนอกของท่อสวมโดยรอบ

(2) การต่อท่อ พี.วี.ซี (PVC) และ เอช.ดี.พี.อี. (HDPE) ให้ดำเนินการตามมาตรฐานของผู้ผลิต

2.3.14 แบบแสดงการติดตั้งอุปกรณ์ (SHOP DRAWING) แบบแปลนและรายการประกอบแบบ ที่เป็นแบบคู่สัญญานี้เป็นแนวทางและข้อกำหนดที่จะให้ผู้รับจ้างปฏิบัติรายละเอียดปลีกย่อยต่าง ๆ ที่มิได้ระบุในแบบ หรือรายการประกอบแบบ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาให้ครบถ้วน และก่อนปฏิบัติติดตั้งอุปกรณ์ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบแสดงการติดตั้งอุปกรณ์ (SHOP DRAWING) ภายในแบบจะต้องประกอบด้วยรายละเอียดต่าง ๆ เช่น การวางท่อ การแขวนท่อ การติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ และขนาดของท่อให้ผู้แทนผู้ว่าจ้างทำการพิจารณาเพื่ออนุมัติก่อน

2.3.15 ถ้าไม่สามารถเดินท่อต่าง ๆ ตามแบบและรายการเนื่องจากอุปสรรคทางด้านต่าง ๆ ผู้รับจ้างเดินท่อต่าง ไปจากแบบและรายการได้โดย

(1) ส่งแบบ SHOP DRAWING การเดินท่อที่เปลี่ยนแปลงให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ

(2) เมื่อเปรียบเทียบกับแบบและรายการเดิมแล้ว ผู้ว่าจ้างจะต้องไม่เสียประโยชน์

(3) ถ้าแบบและรายการเดินท่อไม่แสดงแนวท่อและขนาดท่อของสุขภัณฑ์ใด หรือแนวท่อและขนาดท่อไม่ชัดเจนให้ถือว่าการเดินท่อของสุขภัณฑ์นั้นๆ รวมอยู่ในสัญญาการก่อสร้างนี้ด้วย และให้ผู้รับจ้างส่งแบบ SHOP DRAWING การเดินท่อที่ขาดไปให้ผู้แทนผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ

2.3.16 ผู้รับจ้างต้องจัดส่ง OPERATION MANUAL MAINTENANCE AND SERVICE MANUAL ของระบบและอุปกรณ์ที่สำคัญให้ผู้ว่าจ้าง ก่อนวันส่งมอบงานของระบบแต่ละระบบอย่างน้อย 4 ชุด

2.3.17 ผู้รับจ้างจะต้องทำแบบ AS BUILT DRAWING ที่แสดงรายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับงานระบบสุขาภิบาลทั้งหมดเป็นต้นว่า การวางท่อการแขวนท่อ การติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ และขนาดของท่อที่ติดตั้งไปจริง เมื่อการติดตั้งเรียบร้อยแล้ว ซึ่งแบบนี้จะต้องเขียนให้ได้ตามมาตรฐานการช่าง โดยส่งต้นฉบับ 1 ชุด และแบบพิมพ์เขียวอีก 3 ชุด ให้แก่ผู้แทนผู้ว่าจ้างตรวจสอบก่อนที่ ผู้รับจ้างกระทำการใดๆ ที่ปิดบังท่อ และก่อนตรวจรับงานงวดสุดท้าย

2.3.18 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแผนภูมิการทำงานของระบบและอุปกรณ์ที่สำคัญเป็นวัสดุถาวรติดตั้งไว้ใกล้ที่ตั้งของระบบและอุปกรณ์ที่สำคัญ เพื่อใช้ในการควบคุมระบบและอุปกรณ์ที่สำคัญนั้นๆ

2.3.19 หลังจากที่ผู้ว่าจ้างได้ตรวจรับงานแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาพนักงานอย่างน้อย 1 คน ที่มีความรู้และประสบการณ์ดี มาให้คำแนะนำและฝึกสอนพนักงานของผู้ว่าจ้างในการควบคุมและดูแลการใช้ระบบและอุปกรณ์ เป็นเวลาอย่างน้อย 2 เดือน

2.3.20 ผู้รับจ้างต้องจัดหาช่างผู้ชำนาญงานในแต่ละระบบไว้สำหรับการตรวจสอบซ่อมแซมและบำรุงรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดี เป็นประจำทุกเดือนภายในระยะเวลา 1 ปี และต้องจัดทำรายงานผลการตรวจสอบซ่อมแซมและบำรุงรักษาทุกครั้งเสนอต่อผู้แทนผู้ว่าจ้างภายใน 3 วันนับจากวันที่บริการ

2.3.21 การวางท่อใต้ดิน/ บ่อพักให้ผูรับจ้างขุดดินตรงที่จะวางท่อให้มีความลึก และความกว้างตามที่ระบุไว้ในรูปแบบหรือตามที่ผู้แทนผู้ว่าจ้างที่กำหนดให้ ห้ามผู้รับจ้างขุดร่องดินเป็นระยะยาวทิ้งไว้เกิน 7 วัน โดยมิได้ทำการก่อสร้างแต่อย่างใด หากกรณีขุดร่องดินลึกเกิน 2 เมตร ผู้รับจ้างต้องทำการค้ำยันร่องดินให้มั่นคงเพื่อป้องกันดินพัง ทั้งนี้ ให้ผู้รับจ้างเสนอแบบแสดงวิธีการค้ำยันมาให้ผู้ควบคุมงานตรวจสอบและอนุมัติก่อนผู้รับจ้างลงมือขุดร่องดิน ถ้าเกิดการเสียหาย เช่น ค้ำยันไม่แข็งแรงพอ ผู้รับจ้าจะต้องรับผิดชอบเอง การเตรียมพื้นฐานรองรับท่อให้ใช้ตามที่กำหนดในรูปแบบ เมื่อขุดระดับตามรูปแบบแล้ว ให้ทำการกระทุ้งบดอัดพื้นให้แน่น วางท่อลงไปตามที่กำหนดไว้ในรูปแบบแล้วให้ถมทรายเป็นชั้นๆ ฉีดน้ำและกระทุ้งให้แน่น สูงกว่าผิวท่อด้านบนไม่น้อยกว่า 20 ซม. จากนั้นให้ถมดิน หรือทราย แล้วแต่กรณีตามที่กำหนดในรูปแบบเป็นชั้นๆ ชั้นหนึ่งไม่เกิน 20 ซม. แต่ละชั้นให้บดทับด้วย MECHANICAL TAMPERS หรือ VIBRATOR COMPACTORS ให้ทำการก่อสร้างบ่อพัก ค.ส.ล. ตามที่กำหนดไว้ในรูปแบบ เหล็กและคอนกรีตที่นำมาใช้ให้เป็นไปตามข้อกำหนดงานเทหล่อคอนกรีตโครงสร้าง การก่อสร้างทำเช่นเดียวกับการก่อสร้างท่อต่างๆ

2.4 ระบบระบายน้ำทิ้ง

การระบายน้ำทิ้งหมายถึง การระบายน้ำทิ้งจากสุขภัณฑ์ต่างๆ และการระบายน้ำฝน

2.4.1 ท่อระบายในแนวระดับ จะต้องวางโดยมีความลาดเอียงไม่น้อยกว่า 1:50 สำหรับท่อที่มีขนาดไม่เกิน 3 นิ้ว ความลาดเอียงไม่น้อยกว่า 1:75 สำหรับท่อที่มีขนาดใหญ่กว่า 3 นิ้ว ในกรณีที่ไม่อาจปฏิบัติดังกล่าวได้ให้ทำ SHOP DRAWING ส่งเพื่ออนุมัติก่อนการก่อสร้าง

2.4.2 ท่อระบายน้ำฝนภายนอกอาคาร ขนาด ชนิดและความลาดเอียงของท่อระบายให้ดูใแบบ

2.4.3 ท่อส้วม ท่อปัสสาวะท่อระบายน้ำทิ้งที่จะต้องเปลี่ยนทิศทาง หรือการต่อท่อบรรจบแนวนอนกับแนวตั้งให้ต่อท่อด้วยข้อต่อตัว Y กับข้อโค้ง 45 องศา หรือข้อโค้งมีรัศมีกว้าง

2.4.4 รอยต่อที่หลังคาหรือที่โดยรอบท่อระบายอากาศจะต้องทำให้ไม่มีการรั่วซึมได้ โดยใช้แผ่นตะกั่ว แผ่นทองแดง แผ่นเหล็กอาบสังกะสี หรือสิ่งอื่นที่ผู้ว่าจ้างอนุญาตให้ใช้ รอยต่อตรงกำแพงภายนอกก็ต้องปฏิบัติเช่นเดียวกัน

2.4.5 ในกรณีที่ต้องฝังท่อระบายน้ำคู่เคียงไปกับท่อประปา จะต้องฝังโดยให้ท่อประปาสูงกว่าหลังท่อระบายน้ำไม่น้อยกว่า 30 ซม.และท่อระบายน้ำจะต้องไม่รั่วซึมเมื่อทดสอบที่ความดันน้ำสูง 300 ซม.

2.4.6 ช่องสำหรับทำความสะอาดท่อทำด้วยทองเหลืองชุบโครเมี่ยม ปลายช่องมีที่ปิด-เปิด เสมอระดับพื้นกันน้ำซึมตรงช่องได้ ในกรณีที่ระยะห่างช่องที่ทำความสะอาดท่อกับฝผนังน้อยกว่า 50 ซม. หรือตามความเหมาะสม ให้โผล่ปลายช่องทำความสะอาดกำแพงได้ โดยมีที่ ปิด-เปิด เช่นเดียวกัน อนึ่งกำหนดให้ช่องทำความสะอาดท่อ อย่างน้อยที่สุดต้องติดตั้งที่

(1) ส่วนท้ายน้ำ DOWN STREAM ของท่อเมื่อท่อเปลี่ยนทิศทางเป็นมุมใหญ่กว่า

(2) ตรงจุดเชื่อมระหว่างท่อระบายน้ำจากอาคารกับท่อระบายน้ำรอบอาคาร

(3) ทุก ๆ ระยะไม่เกิน 15 เมตร สำหรับท่อขนาด 4 นิ้ว ลงมา

(4) ที่ปลายล่างของท่อระบายในแนวดิ่ง

2.4.7 ขนาดของช่องทำความสะอาด ให้ใช้ขนาด 4 นิ้ว ถ้าท่อระบายน้ำขนาดตั้งแต่ 4 นิ้วขึ้นไป และใช้ขนาดเท่ากับขนาดของท่อระบาย กรณีที่ท่อระบายขนาดเล็กกว่า 4 นิ้ว

2.4.8 ช่องระบายน้ำพื้น FLOOR DRAIN ให้ใช้ชนิดที่มีที่กันกลิ่นย้อนในตัว (BELL TRAP)

2.5 ระบบประปา

2.5.1 การเดินท่อให้ใส่ประตูน้ำรวมและประตูน้ำแยกแต่ละชั้น แต่ละส่วนหรือแต่ละกลุ่มของเครื่องสุขภัณฑ์และต้องเป็นไปตามแบบ เพื่อสะดวกในการซ่อมแซมแก้ไขหรือติดตั้งเพิ่มเติมในอนาคตได้ ประตูน้ำรวมและประตูน้ำแยกให้ใช้ประตูน้ำทองเหลืองอย่างดีชั้น CLASS 150 PSI W.O.G ตามรายการมาตรฐานผลิตภัณฑ์ หรืออนุมัติแล้วเทียบเท่า

2.5.2 การต่อท่อจากท่อประธานแยกเข้าเครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ทั้งหมด ห้ามต่อโดยตรง ให้ต่อท่อแยกโดยใช้ยูเนี่ยนก่อนทุกครั้ง เว้นแต่เครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์นั้น ๆ ได้มีข้อชนิดที่สามารถถอดออกได้โดยง่ายติดมาด้วยแล้ว การต่อยูเนี่ยนห้ามติดตั้งในกำแพง เพดานหรือฝากั้น

2.5.3 การวางท่อประปาวางเป็นแนวตรง ถ้าหักเป็นมุมหรือขนานไปตามแนวผนังจะต้องได้สัดส่วนประณีต ท่อขึ้นจะต้องได้ดิ่งและตรง

2.5.4 เครื่องสูบน้ำจะต้องมีเครื่องควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำแบบอัตโนมัติ สำหรับกเริ่มและหยุดการทำงานของเครื่องสูบน้ำ ขึ้นอยู่กับระดับน้ำในถังเก็บน้ำ ซึ่งจะกำหนดในขณะติดตั้งเครื่องสูบน้ำและขึ้นอยู่กับระดับน้ำในถังเก็บน้ำ

2.5.5 ประตูน้ำทุกตัวจะต้องติดตั้งในตำแหน่งที่สะดวกแก่การตรวจ และเข้าถึงได้ง่าย

2.5.6 การต่อท่อประปาเข้าสุขภัณฑ์ทุกตัว ยกเว้นโถปัสสาวะในห้องน้ำสาธารณะต้องต่อผ่า ANGLE VALVE เพื่อความสะดวกในการซ่อมบำรุง

2.5.7 ถังเก็บน้ำเป็นแบบอาศัยความต่างระดับและได้รับน้ำจากท่อประปาสาธารณะ หรือจท่อประปาอื่นภายใต้ความดัน จะต้องมี FLOAT VALVE สำหรับ ปิด-เปิด น้ำเพื่ป้องกันการไหลล้น ท่อน้ำล้นถังจะต้องไม่น้อยกว่า 4" และปลายท่อมีตะแกรงกันแมลงความถี่ประมาณ 100 ช่อง ต่อ 1 ตร.นิ้ว ท่อรับน้ำเข้าอยู่เหนือท่อระบายน้ำล้นไน้อยกว่า 10 ซม.

2.6 ของตัวอย่าง

2.6.1 ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบของตัวอย่าง เพื่อใช้เป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบกับของที่ติดตั้งดังนี้

(1) โลหะที่ใช้ในการแขวนท่อหรือรัดท่อ

(2) ประตูน้ำชนิดต่าง ๆ

(3) ช่องระบายน้ำพื้น ช่องทำความสะอาด ช่องระบายน้ำฝน

(4) อุปกรณ์อื่น ๆ ตามที่วิศวกรแจ้งให้ทราบ

2.6.2 อุปกรณ์ที่ต้องได้รับการรับรอง

(1) ข้อต่อต่าง ๆ

(2) อุปกรณ์เกี่ยวกับการระบายน้ำ ได้แก่ ช่องระบายน้ำที่พื้นช่องระบายน้ำฝนที่หลัช่อง สำหรับทำความสะอาด ท่อที่พื้น ฯลฯ

(3) เครื่องมือกลทั้งหมด ได้แก่ เครื่องสูบน้ำ ฯลฯ

2.6.3 วัสดุที่ต้องมีใบรับรองคุณภาพตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง ได้แก่ ท่อทั้งหมด ประตูน้ำอุปกรณ์ภายในท่อดับเพลิง ข้อต่อ โดยจะต้องมีใบรับรองจากผู้ผลิต หรือสถาบันทางราชการที่เชื่อถือได้ยืนยันเป็นหลักฐาน

2.7 การทำความสะอาดระบบประปา

2.7.1 การติดตั้งและทดสอบระบบประปาเรียบร้อยแล้ว จะต้องทำความสะอาดระบบหรือส่วนของระบบประปาเสียก่อน โดยให้คลอรีนลงในระบบหรือส่วนของระบบที่มีน้ำอยู่เต็มให้มีความเข้มข้นประมาณ 10 มก./ลบ.ดม. ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง หรือถ้าเติมคลอรีนให้มีความเข้มข้นถึง 30 มก./ลบ.ดม. ก็ให้ลดเวลาแช่ทิ้งไว้ให้เหลือเพียง 1 ชั่วโมง จึงถ่ายน้ำทิ้งให้หมดแล้วจึงล้างด้วยน้ำสะอาดจึงใช้ระบบประปาได้

2.7.2 สำหรับถังเก็บน้ำให้ทำความสะอาด โดยล้างผิวภายในของถังด้วยสารละลายคลอรีนที่มีความเข้มข้น 30 มก./ลบ.ดม. และทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง แล้วล้างด้วยน้ำสะอาดจึงใช้งานได้

2.8 การตรวจสอบและการทดสอบ

2.8.1 การทดสอบระบบประปาจะต้องทำการทดสอบก่อนที่ผู้รับจ้างตีฝ้าเพดาน หรือกระทำการใด ๆ ที่ปิดบังท่อ โดยให้ใช้น้ำที่มีคุณภาพได้มาตรฐานน้ำดื่ม กปน. หรือ สมอ. อัดเข้าในระบบให้มีความดันตามกำหนดในแบบ ให้คงที่เป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 2 ชม. แล้วจึงเริ่มการตรวจสอบหารอยรั่ว หากพบว่าส่วนใดของระบบรั่วซึม จะต้องแก้ไขให้เรียบร้อย

2.8.2 การทดสอบระบบระบายน้ำ หรือระบบระบายอากาศ ให้ปิดช่องทั้งหลายในระบบที่ต้องการทดสอบให้แน่น เว้นช่องที่อยู่ระดับสูงสุดเติมน้ำล้นออกทางช่องนี้ แต่ละส่วนของระบบจะต้องได้รับการทดสอบใต้ความดัน ไม่ต่ำกว่าความดันน้ำ 300 ซม. กักน้ำไว้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 45 นาที แล้วจึงเริ่มสำรวจหารอยรั่ว หากไม่พบว่ามีรอยรั่วซึมใด ๆ จึงจะถือว่าใช้ได้ การทดสอบวิธีนี้จะต้องกระทำก่อนการติดตั้งสุขภัณฑ์

2.8.3 ถ้าการทดสอบกระทำหลังการติดตั้งเครื่องสุขภัณฑ์แล้ว ให้เติมน้ำลงในที่ดักกลิ่นทั้งหมดที่มีอยู่แล้ว พ่นควันจากเครื่องพ่นควันเข้าสู่ระบบจนกระทั่งควันลอยขึ้นตรงปลายท่อบนหลังคา จึงปิดปากท่อแล้วอัดควันจนได้ความดันเท่ากับความดันของน้ำสูง 2.5 ซม. ความดันนี้จะต้องไม่ลดลงในช่วงเวลาไม่น้อยกว่า 15 นาที จึงจะถือว่าไม่มีรอยรั่ว

2.8.4 เครื่องสูบน้ำต่าง ๆ จะต้องตรวจสอบให้ถูกต้องตามข้อกำหนดของงานนั้น

2.8.5 เครื่องมืออุปกรณ์อื่น ๆ อุปกรณ์การควบคุมท่อจะต้องทำการทดสอบตามมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้

2.9 อุปกรณ์ประกอบทั่วไป

ความสามารถทนแรงดันขณะใช้งาน WORKING PRESSURE ไม่น้อยกว่า 150 ปอนด์ ต่อตารางนิ้วหรือที่ระบุไว้

2.9.1 GATE VALVE ขนาด 2 1/2" และเล็กกว่าให้เป็น CAST BRONZE BODY SCREWED, SOLID WEDGE, RISING OR NON-RISING STEM ขนาด 3" ขึ้นไปให้เป็นชนิด CAST OR DUCTILE IRON BODY, FLANGED, BRONZE MOUNTED, SOLID WEDGE

2.9.2 มาตรวัดน้ำประปาแบบดิจิตอล DIGITAL WATER METER

- วัสดุทำจากเหล็กหล่อ (CAST IRON) เคลือบด้วยสี EPOXY หรือสีเซรามิค สามารถวัดปริมาณน้ำใช้ได้อย่างละเอียดและแม่นยำ
- มาตรฐานการป้องกันน้ำไม่น้อยกว่า IP68
- หน้าจอ LCD สัญญาณที่ได้ออกมาเป็นสัญญาณ DIGITAL PULSE, MODBUS RTU, RS485
- รองรับอุณหภูมิน้ำสูงสุดไม่น้อยกว่า 65 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสภาพแวดล้อมไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส
- สามารถรายงานปริมาณน้ำทั้งหมด ซึ่งเป็นการคำนวณจากทิศทางไปข้างหน้า (FORWARD FLOW) และทิศทางย้อนกลับ (BACKWARD FLOW)
- สามารถรายงานปริมาณน้ำย้อนหลังเป็นรายชั่วโมงได้จากหน้าจอมิเตอร์ ไม่น้อยกว่า 1 เดือน
- ตัวมาตรวัดน้ำต้องมีความสูญเสียแรงดันน้ำต่ำไม่เกิน 10 เมตร ที่การใช้งานสูงสุด และต้องสามารถติดตั้งใช้งานในแนวดิ่งหรือเอียงได้

2.9.3 ช่องทำความสะอาดที่ท่อพื้น FLOOR CLEANOUT PLUG เป็นช่องเปิดเสมอพื้นโดยมีฝาปิดทำด้วยเหล็กไร้สนิม

2.9.4 ตะแกรงกันผงปิดช่องระบายน้ำฝนเป็นแบบชนิดโดม หรือตามที่แสดงในแบบทำด้วยเหล็กหล่อ

2.9.5 ให้ติดตั้งข้อต่ออ่อนตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบ และทุกตำแหน่งที่ท่อออกจากอาคาร และต่อเชื่อมกับสิ่งก่อสร้างที่ไม่ได้เป็นโครงสร้างเดียวกับอาคารข้อต่ออ่อนใช้ชนิด EXPANSION RUBBER CONNECTOR สำหรับชุดสูบน้ำและชนิด STAINLESS STEEL FLEXIBLE CONNECTOR สำหรับใช้ทั่วไปชนิด STAINLESS STEEL ความยาวจะต้องไม่น้อยกว่า 3 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลาง

2.9.6 FLOAT VALVE เป็นแบบ BALL FLOAT VALVE ตัวเรือนเป็น CAST BRONZE OR BRASS BALL ทำด้วย NICKEL และ CHROMIUM SEAL ทำด้วย TEFLON ก้านกระเดื่องทำด้วยทองเหลืองลูกลอย P.V.C. สำหรับติดตั้งที่ถังเก็บน้ำบนหลังคา

2.9.7 FLOAT VALVE เป็นแบบ MODULATING FLOAT CONTROL VALVE ประกอบด้วย MAIN VALVE และ MODULATING CONTROL สำหรับมิเตอร์น้ำประปาเข้าโครงการ

2.9.8 BUTTERFLY VALVE ต้องมีตัววาล์วเป็นเหล็กหล่อ เจาะรู 2 รู เพื่อใช้เป็น GUIDE ในการติดตั้งวาล์วให้อยู่ในแนวเดียวกันกับหน้าแปลนและท่อตัวลิ้น และก้านวาล์วทำด้วย STAINLESS STEEL วงรอบที่ขอบในของวาล์วต้องมีตัว SEAT ทำด้วยวัสดุยืดหยุ่น RESILIENT STEEL การเปิดและปิดวาล์วใช้คันโยก CLASS 150 PSI, W.O.G.

2.9.9 CHECK VALVE ชนิด SPRING LOADED (SILENT) ขนาด 2 1/2" และเล็กกว่าให้เป็น CAST BRONZE BODY, SCREWED ENDS ขนาด 3" ขึ้นไป ให้เป็นชนิด CAST OF DUCTILE IRON BODY, FLANGED ENDS, CLASS 150 PSI, W.O.G.

2.9.10 ฐาน INERTIA BASES : เป็น FOUNDATION ลอยติดอยู่ใต้ฐานเครื่องสูบน้ำ ฐาควรทำเป็นกรอบเหล็ก CHANNEL และมี CONCRETE อยู่ภายใต้มีขนาดความกว้างพอดีที่ท่อ เข้า-ออก ของเครื่องสูบน้ำ ฐานควรจะหนา 6" REINFORCING STEEL ที่อยู่ใน CONCRETE ควรมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2" หรือเป็นเหล็กฉาก 1/2" X 1.2" เชื่อมติดกับกรอบเหล็ก CHANNEL ทั้ง 2 ด้าน ระยะห่างกัน 6" และให้อยู่สูงจากใต้ฐาน 1 1/2" พร้อมทั้งผัง ANCHOR BOLTS ไว้สำหรับยึดฐานของเครื่องสูบน้ำ ฐาควรจะมี BRACKETS เชื่อมอยู่ทางด้านข้างของฐานเพื่อยึดติดกับ SPRING ISOLATORS และทำให้ฐาน INERTIA BASE มีช่อง CLEARANCE ใต้ฐานสูงประมาณ 2" หรือตามมาตรฐานของผู้ผลิต

2.9.11 SPRING ISOLATORS จะเป็นแบบ FREE STANDING และ LATERALLY STABLE ด้านใต้ของ ISOLATORS เป็น NEOPRENE ACOUSTICAL FRICTION PANDS ISOLATORS ทุกตัวจะมี LEVELING BOLTS ที่สามารถยึดแน่นติดกับ EQUIPMENT เส้นผ่าศูนย์กลางของ SPRING ควรจะไม่น้อยกว่า 0.8 เท่าของระยะ COMPRESSED HEIGHT ที่ RATED LOAD SPRING ควรจะมีระยะที่สามารถเคลื่อนที่ต่อไปได้จนกว่าจะเป็น SOLID ได้อย่างน้อยเท่ากับ 50% ของ RATED DEFLECTION แบบที่ยื่นขอ APPROVAL ควรจะมี SOLID SPRING HEIGHT รวมอยู่ด้วย SPRING ISOLATORS

2.9.12 เกจวัดความดัน เกจวัดสูญญากาศ เป็นแบบสำหรับใช้งานในน้ำ กรอบทำด้วย STAINLESS STEEL หรือ CAST ALUMINIUM แผงแสดงตัวเลขกลมเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว มีสเกลอยู่ในช่วง 150 ถึง 200 % ของความดันที่ใช้งานปกติ วัดค่าเที่ยงตรงแน่นอน คลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน + 1/2% ของสเกล-บนแสดงตัวเลข และอุปกรณ์วัดค่าที่ถูกต้องได้ เกจจะต้องมี SHUT-OFF NEEDLE VALVE และ SNUBBER CONNECTOR

2.9.13 อุปกรณ์ต่าง ๆ ก่อนที่ผู้รับจ้างทำการติดตั้ง ต้องส่งตัวอย่างให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนจึงดำเนินการได้

2.10 เครื่องสูบน้ำ

2.10.1 เครื่องสูบน้ำจากถังเก็บน้ำชั้นล่างจ่ายขึ้นถังเก็บน้ำชั้นหลังคา

(1) เครื่องสูบน้ำประปา

- จำนวนดูในตารางอุปกรณ์และแบบ
- ชนิดหอยโข่ง ตัวเครื่องสูบสามารถถอดออกซ่อมได้ โดยดึงออกทางด้านหลังของเครื่องและไม่ต้องถอดท่อดูด หรือท่อส่งออกเพื่อการนี้ทั้งยังไม่ต้องเคลื่อนย้ายมอเตอร์ชุดขับด้วย
- ความสามารถในการสูบน้ำและส่งน้ำดูในแบบ
- ใบพัดแบบปิดทำด้วย CAST BRONZE ได้รับการตรวจสอบและปรับแต่งให้มีความสมดุลย์ทั้งทางด้าน DYNAMIC และ STATIC มาจากโรงงาน
- เพลา (SHAFT) ทำด้วย CARBON STEEL โดยมีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า 65%
- ปลอกหุ้มเพลา (SHAFT SLEEVE) ทำด้วย BROZE
- WEARING RING ทำด้วย BRONZE
- BEARING เป็นแบบ HEAVY DUTY BALL BEARING หล่อลื่นด้วยจารบี
- SEAL เป็นชนิด MECHANICAL SEAL
- ข้อต่อระหว่างเครื่องเป็นแบบ FLEXIBLE COUPING มีค่า SAFTY FACTOR ไม่น้อยกว่า 2 และต้องมี COUPLING GUARD ป้องกันด้วย

(2) มอเตอร์เป็นแบบ SQUIRREL CAGE INDUCTION MOTOR ชนิด TEFC, INSULATION CLASS F หมุนด้วยความเร็วรอบประมาณ 2,900 รอบต่อนาที ใช้กับระบบไฟฟ้า 380/3/50

(3) ระบบเครื่องควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำ มีสวิทซ์เลือการทำงานได้ 3 ระบบ

- ระบบธรรมดา MANUAL เครื่องจะทำงานเมื่อกดปุ่ม START หรือ STOP
- ระบบกึ่งอัตโนมัติ SEMI-AUTOMATIC เครื่องจะทำงานเมื่อกดปุ่ม START และ หยุดโดยอัตโนมัติ เมื่อสูบน้ำเข้าชั้นดาดฟ้าถึงระดับที่กำหนดไว้
- ระบบอัตโนมัติ 2 เครื่องสลับการทำงาน ALTERNATING AUTOMATIC
  - เมื่อระดับน้ำในถังน้ำชั้นล่างลดต่ำกว่าที่กาหนด เครื่องสูบน้ำแต่ละเครจะหยุดทำงานและจะทำงานปกติเมื่อระดับน้ำสูงขึ้นถึงระดับที่กำหนด
  - เมื่อระดับน้ำในถังเก็บน้ำดาดฟ้าลดต่ำกว่าที่กาหนดเครื่องสูบน้ำเครื่องจะเริ่มทำงานสูบน้ำเต็มถังจนถึงระดับที่กำหนดเครื่องสูบน้ำจะหยุดทำงานเมื่อเริ่มการทำงานใหม่เครื่องสูบน้ำอีกเครื่องจะทำงานแทนเครื่องสูบน้ำทั้งสองสลับกันทำงานทุกครั้ง

(4) ฐานรองรับเครื่องสูบและมอเตอร์เป็นชุดเดียวกันติดตั้ง SHOCK ABSORBER กระเทือน

(5) ชุดสัญญาณเตือนกรณีที่ระดับน้ำในถังเก็บน้ำชั้นล่างถึงระดับน้ำท่อล้นจะมีสัญแสงกระพริบและสัญญาณเสียงเกิดขึ้นที่แผงควบคุมให้ทราบ

2.10.2 CONSTANT PRESSURE BOOSTER PUMP

(1) ลักษณะทั่วไป

- ระบบเพิ่มแรงดันน้ำควบคุมด้วย ชุดควบคุมอิเลคโทรนิกส์ ซึ่งมีหน้าจแสดงผลประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก เครื่องสูบน้ำแนวตั้งหลายใบพัด ท่ทางดูดและทางส่งอยู่ในแนวเดียวกัน (VERTICAL IN-LINE MULTI-STAGE) จำนวนตามที่ระบุในตารางเครื่องทำการต่อขนานกัน การทำงานของเครื่องสูบน้ำจะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ต้องการใช้จริงในขณะนั้น โดย PRESSURE TRANSMITTER เป็นตัวตรวจวัดแรงดันหลักในระบบแล้วส่งสัญญาณไปยังชุดควบคุมอิเลคโทรนิกส์และมี PRESSURE SWITCH เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดแรงดันสำรองในกรณีอุปกรณ์วัดแรงดันหลักไม่สามารถทำงานได้ พร้อมอุปกรณ์ FREQUENCY CONVERTERS เพื่อประมวลผลและส่งสัญญาณไปควบคุมการปรับความเร็วรอบ ให้เหมาะสมเพื่อให้แรงดันในระบบถูกรักษาให้คงที่ตลอดเวลา ในขณะที่มีปริมาณการใช้น้ำแตกต่างกันตามความต้องการ ชุดเครื่องสูบน้ำตู้ควบคุม ถังแรงดันแชุดควบคุมอิเลคโทรนิกส์ เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้บริษัทเดียวกัน เพื่อง่ายต่อการซ่อมบำรุง

(2) เครื่องสูบน้ำ

- เครื่องสูบน้ำเป็นเครื่องสูบน้ำแนวตั้งหลายใบพัดแบบ IN-LINE ความเร็วรอบไม่เกิน 3000 รอบ / นาที
- ตัวเรือนเครื่องสูบน้ำ PUMP CASING จะต้องสามารถทนแรงดันได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของแรงดันการใช้งาน หรืออย่างน้อย 16 BAR
- ใบพัดและแกนเพลาทำจากสเตนเลสสตีล และในการเชื่อมใบพัดต้องเชื่อมด้วยเลเซอร์จากโรงงานผู้ผลิตเพื่อความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์
- ชุด shaft seal เป็นแบบแมคคานิคอลชนิด Cartridge Seal ที่ทำจากเซรามิค, ทังสเตนคาร์ไบด์ หรือซิลิกอนคาร์ไบด์

(3) มอเตอร์

- เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบบกรงกระรอกชนิดประสิทธิภาพสูงและความเร็วรอบไม่เกิน 3,000 รอบต่อนาทีใช้ไฟฟ้าชนิด 3 เฟส 380 โวลต์ 50 ไซเกิ้ล ต่อตรงกับเพลาของเครื่องสูบน้ำ

(4) ตู้ควบคุม (CONTROL PANEL)

- ประกอบด้วย ชุด RELAYS, TERMINAL BLOCKS และชุดปรับเปลี่ยนความถี่เพื่อปรับความเร็วรอบมอเตอร์ (FREQUENCY CONVERTERS) และชุดรับส่งข้อมูลและเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ เข้าด้วยกันพร้อมทั้งมีชุดรับคำสั่งและควบคุมเพื่อประมวลผลเครื่องสูบน้ำ (MICROPROCESSOR) ติดตั้งที่หน้าตู้ควบคุม ให้สะดวกในการใช้งาน และสามารถแสดงผลและปรับเปลี่ยน ตั้งค่าต่าง ๆ ทางหน้าปัทม์ที่อยู่หน้าตู้ได้
- ชุดตัวรับคำสั่งควบคุมและประมวลผล (MICROPROCESSOR) ออกแบบมาให้ใช้งานได้ดีกับระบบเครื่องสูบน้ำ ซึ่งสามารถรับคำสั่งและเปลี่ยนแปลการทำงานพร้อมประมวลผลและ แสดงข้อมูลสภาวะการทำงานของระบบและความเสียหายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น มีจอแสดงผล และสามารถแสดงผลการทำงานได้หลายลักษณะเช่น
  - แสดงจำนวนชั่วโมงการทำงานของมอเตอร์แต่ละตัว
  - แสดงตำแหน่งของเครื่องสูบน้ำหรือมอเตอร์ที่เสีย พร้อมสาเหตุที่เกิดขึ้น
  - แสดงค่าข้อมูลที่ตั้ง หรือโปรแกรมไว้ในระบบทั้งหมด
  - แสดงค่าแรงดันในระบบขณะทำงานเมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ต้องการได้
- ชุดควบคุมมีความสามารถในการ :-
  - สามารถตั้งค่าแรงดันคงที่ได้ 10 ค่าอิสระ (Clock Program) โดยกำหนดวัน เวลาได้
  - มีระบบเซ็นเซอร์สำรองในกรณีที่เซ็นเซอร์หลักเสียหาย
  - สามารถสั่งให้ปั๊มทำงานได้ในกรณีที่ชุดควบคุมอิเลคโทรนิคส์เกิดความเสียหายได้

(5) ถังอัดอากาศ (Diaphragm Pressure Tank)

- ถังอัดอากาศต้องเป็นชนิด Diaphragm มีแผ่นยางกั้นระหว่างอากาศกับน้ำและสามารถทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 10 บาร์

2.11 ถังเก็บน้ำประปา

ถังเก็บน้ำประปาใช้เป็นถังเก็บน้ำสาเร็จรูป ตัวถังทาด้วยไฟเบอร์กลาสเสริมแรง (FIBER GLASS REINFORCED PLASTIC) ขนาดและรายละเอียดตามระบุในแบบ วิธีการติดตั้งให้ดำเนินตามมาตรฐานของผู้ผลิต

2.12 ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป

ถังบำบัดน้ำเสียใช้เป็นถังสำเร็จรูป ติดตั้งใต้พื้นดิน ตัวถังบำบัดทำด้วยไฟเบอร์กลาสเสริมแร (FIBER GLASS REINFORCED PLASTIC) ขนาดและรายละเอียดตามระบุในแบบ วิธีการติดตั้งให้ดำเนินตามมาตรฐานของผู้ผลิต

หมวดที่ 3 ระบบป้องกันอัคคีภัย

3.1 ขอบเขตของงาน

เพื่อจัดหาแรงงาน วัสดุ เครื่องมืออุปกรณ์และบริการจากผู้รับจ้างในการติดตั้งระบบป้องกันอัคคีภัยซึ่งระบุไว้ในแบบและรายการ

3.2 ข้อกำหนดที่ใช้เป็นมาตรฐาน

3.2.1 มาตรฐานการป้องกันอัคคีภัยของ ว.ส.ท หมายเลข 0001-26

3.2.2 มอก. มาตรฐานการผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของกระทรวงอุตสาหกรรม

3.2.3 NFPA-NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION

3.2.4 UL - UNDERWRITERS LABORATORIES INC.

3.2.5 FMRC - FACTORY MUTUAL RESEARCH CORPOLATION

3.2.6 ASTM-AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIAL

3.3 ข้อกำหนดทั่วไป

3.3.1 วัสดุอุปกรณ์ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของวัสดุอุปกรณ์และเครื่องจักรที่ใช้งานในการก่อสร้างและติดตั้งจะต้องมีคุณภาพดี เพื่อประกันต่อประสิทธิภาพ การทำงาน วัสดุที่ใช้ทั้งหมดจะต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยใช้งานมาก่อน และไม่มีของชำรุดบกพร่องใด ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง จะต้องมีคุณภาพไม่ต่ำกว่าที่ได้กำหนดไว้ หรือบ่งแจ้งไว้ ในข้อกำหนดใด ๆ ของงานนี้อุปกรณ์ที่บกพร่องหรืออุปกรณ์ที่เสียหายในขณะที่ติดตั้ง หรือขณะทดสอบจะต้องเปลี่ยนใหม่หรือแก้ไขซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพดี ทั้งนี้ต้องได้รับการรับรองจากผู้ว่าจ้างหรือ วิศวกรผู้ควบคุมงาน

3.3.2 ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบรายละเอียดการติดตั้งจากแบบสถาปัตยกรรม วิศวกรรมโครงสร้างและวิศวกรรมงานระบบอื่น ๆ ก่อนการดำเนินการติดตั้ง เพื่อให้การดำเนินงานสอดคล้องและเป็นไปอย่างราบรื่น

3.3.3 เมื่อมีข้อขัดแย้งระหว่างแบบและรายการประกอบแบบหรือข้อสงสัย หรือข้อผิดพลาดเกี่ยวกับแบบและรายการประกอบแบบ ให้สอบถามวิศวกรผู้ควบคุมงาน และการตีความในข้อความขัดแย้งใด ๆ ให้ตีความหมายไปในแนวทางที่ดีกว่า ถูกต้องกว่า มีวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพดีกว่า ครบถ้วนกว่าทั้งสิ้น

3.3.4 ผู้รับจ้างจะต้องเข้าใจว่าแบบงานระบบสุขาภิบาล และดับเพลิงนั้นเป็นเพียงไดอะแกรม ซึ่งแสดงหลักการและรูปแบบเท่านั้น ผู้รับจ้างจะต้องจัดระเบียบท่อ และการวางอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ดูเรียบร้อยสวยงาม

3.3.5 เพื่อให้การทำงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อย ภายในเวลาไม่เกินหนึ่งสัปดาห์ หลังจากการเซ็นต์ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแนะการทำงานของตนให้แก่ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับแผนงานดังกล่าวจะต้องประกอบด้วย

(1) วันเริ่มทำงานและเสร็จของแต่ละส่วน

(2) เวลาการทำงานของคนงานแต่ละส่วน

(3) เวลาการนำเข้าของชิ้นส่วนที่สำคัญ

3.3.6 เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับช่วยให้ระบบต่าง ๆ ใช้งานได้ดี ถึงแม้ว่าจะไม่ระบุ หรือระบุไม่ละเอียดในแบบและรายการประกอบนี้ ให้ถือเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องหามาติดตั้งในงาน เพื่อให้ได้ระบบที่สมบูรณ์ และมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้โดยความเห็นชอบของวิศวกรรมผู้ควบคุมงาน

3.3.7 การเดินท่อ ให้เดินท่อใต้พื้น หรือในกล่องซ่อนท่อ ห้ามฝังผนัง พื้น และคาน ยกเว้นจะระบุไว้เป็นอย่างอื่นในแบบ ท่อที่เดินใต้พื้นให้ใช้เครื่องยึดเหนี่ยวและเครื่องแขวนท่อ การเดินท่อจะต้องจัดเรียงท่อให้เรียบร้อยเป็นแนวตรงได้ฉากและมั่นคงแข็งแรง

3.3.8 ท่อส่วนที่ฝังอยู่ใต้พื้นดินทาด้วยฟลิ้นโค๊ต 1 ชั้น แล้วพันด้วยผ้าดิบชุบฟลิ้นโค๊ตเสร็จแล้วทาด้วยฟลิ้นโค๊ตอีก 2 ชั้น หรือทำตามที่ระบุในแบบ

3.3.9 ท่อที่สามารถเห็นได้เมื่อการก่อสร้างแล้วเสร็จสมบูรณ์ ทั้งนี้รวมไปถึงท่อที่เดินอยู่เหนือฝ้าและในกล่องซ่อนท่อให้ทาสีกันสนิมรองพื้น 2 ชั้น แล้วทาด้วยสีน้ำมันสีแดงอีก 1 ชั้น ใช้สีของรัสต์โอเลี่ยม หรือเทียบเท่า

3.3.10 ท่อดับเพลิงใช้ท่อเหล็กดำ BLACK STEEL PIPE ชนิด ERW SEAMED PIPE ASTM A-53 GRADE B SCHEDULE 40

(1) ท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว และเล็กกว่าใช้ข้อต่อแบบ MALLEABLE SCREW TYPE FITTING หรือใช้ข้อต่อแบบ STEEL WELDING FITTING ทนความดันได้ 300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

(2) ท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 1/2 นิ้ว ขึ้นไปใช้ข้อต่อแบบ STEEL WELDING FITTING ทนความดันได้ 300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

(3) ท่อส่วนที่ฝังทะลุผนังบ่อน้ำที่กำหนดเป็นท่อเหล็กไร้สนิม (STAINLESS STEEL) ให้ใช้ตามมาตรฐาน JIS G 3452 , AISI , SCH 80

3.3.11 แบบแสดงการติดตั้งอุปกรณ์ SHOP DRAWING แบบและรายการประกอบแบบที่เป็นคู่สัานี้เป็นแนวทางและข้อกำหนดที่จะให้ผู้รับจ้างปฏิบัติ รายละเอียดปลีกย่อยต่างๆ ที่มิได้ระบุในแบบหรือรายการประกอบแบบ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาให้ครบถ้วนและก่อนการปฏิบัติงานติดตั้งอุปกรณ์ SHOP DRAWING ภายในแบบจะต้องประกอบด้วยรายละเอียดต่าง ๆ เช่น การวางท่อ การแขวนท่อ การติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ และขนาดของท่อ ให้วิศวกรผู้ควบคุมงานทำการพิจารณาเพื่ออนุมัติก่อน

3.3.12 ถ้าไม่สามารถเดินท่อต่าง ๆ ตามแบบและรายการประกอบแบบ เนื่องจากอุปสรรคทางด้านต่าง ๆ ผู้รับจ้างสามารถเดินท่อต่างไปจากแบบและรายการประกอบแบบได้โดย

(1) ส่งแบบ SHOP DRAWING การเดินท่อที่เปลี่ยนให้วิศวกรผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติ

(2) เมื่อเปรียบเทียบกับแบบและรายการประกอบแบบเดิมแล้ว ผู้ว่าจ้างจะต้องไม่เสียประโยชน์

3.3.13 ถ้าแบบและรายการประกอบแบบเดินท่อไม่แสดงแนวท่อและขนาดของท่อในส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานระบบดับเพลิงหรือแนวท่อและขนาดท่อไม่ชัดเจนให้ถือว่าการเดินท่อนั้นรวมอยู่ในสัก่อสร้างนี้ด้วย และให้ผู้รับจ้างส่งแบบ Shop Drawing การเดินท่อที่ไม่สมบูรณ์ให้วิศวกรผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติ

3.3.14 ผู้รับจ้างต้องจัดส่ง Operation Manual Maintenance and Service Manual ของระบบและอุปกรณ์ที่สำคั ให้ผู้ว่าจ้างก่อนวันส่งมอบงานของระบบแต่ละระบบอย่างน้อย 4 ชุด

3.3.15 ผู้รับจ้างจะต้องทำแบบ Asbuilt Drawing ที่แสดงรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับงานระบบดับเพลิงทั้งหมดเป็นต้นว่า การวางท่อ การแขวนท่อ การติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ และขนาดของท่อที่ติดตั้งไปจริง เมื่อการติดตั้งเรียบร้อยแล้ว Asbuilt Drawing ซึ่งแบบนี้จะต้องเขียนให้ได้มาตรฐานการช่างโดยส่งต้นฉบับ 1 ชุด ให้แก่วิศวกรผู้ควบคุมงาน ตรวจสอบก่อนที่ผู้รับจ้างกระทำการใด ๆ เพื่อปิดบังท่อ และก่อนรับงานงวดสุดท้าย

3.3.16 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบแผนภูมิการทำงานของระบบและอุปกรณ์ที่สำคัญเป็นวัสดุการติดตั้งไว้ใกล้ที่ตั้งของระบบและอุปกรณ์ที่สำคัญเพื่อใช้ในการควบคุมระบบและอุปกรณ์ที่สำคันั้น

3.3.17 หลังจากที่ผู้ว่าจ้างได้ตรวจรับมอบงานแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องหาพนักงานอย่างน้อย 1 คน ที่มีความรู้และประสบการณ์ดีมาให้คำแนะนำ และฝึกสอนพนักงานของผู้ว่าจ้างในการควบคุม และดูแลการใช้ระบบ และอุปกรณ์เป็นเวลาอย่างน้อย 2 เดือน

3.3.18 ถ้ามิได้ระบุไว้เป็นพิเศษในสัญญาแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันผลงานในงานระบบเป็นเวลาอย่างน้อย 2 ปี ผู้รับจ้างต้องจัดช่างในแต่ละแบบไว้สำหรับการตรวจสอบซ่อมแซม และบำรุงรักษาเครื่องมือ และอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดี เป็นประจำทุกเดือนภายในระยะเวลา 2 ปี และต้องจัดทำรายงานและผลการตรวจสอบซ่อมแซมและบำรุงรักษา ทุกครั้งเสนอต่อผู้ว่าจ้างภายใน 3 วัน นับจากวันที่บริการ

3.3.19 ท่อเหล็กใช้ทำปลอก การสกัด การตกแต่ง

(1) ในกรณีที่ระบุ หรือมีความจำเป็นต้องเดินท่อผ่านคาน เสา หรือ พื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก จะต้องเดินท่อเหล่านี้ให้เรียบร้อยก่อนเทคอนกรีต หรือใส่ปลอกท่อเหล็กฝังไว้ก่อน และก่อนเทคอนกรีตจะต้องแจ้งให้วิศวกรผู้ควบคุมงานทราบล่วงหน้าเพื่อตรวจสอบให้ถูกต้อง

(2) ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่ง Shop Drawing แสดงตำแหน่งของท่อ ปลอกต่างๆ ให้วิศวกรผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อนทำการติดตั้ง

(3) ผู้รับจ้างสามารถจะสกัด หรือตกแต่งส่วนต่างๆ เพื่อทำให้เหมาะสมต่อการ ติดตั้งวางท่อ แต่การสกัดหรือตกแต่งส่วนต่างๆ ที่เป็นโครงสร้างตัวอาคารจะกระทำได้ต่อเมื่อได้รับอนุาตจากวิศวกรผู้คำนวณโครงสร้าง

3.3.20 เครื่องยึดเหนี่ยว และอุปกรณ์แขวนท่อ

(1) เครื่องมือที่ใช้ในการแขวน รองรับ และรัด หรือยึดท่อจะต้องมีขนาดเหมาะสมและยึดติดกับโครงสร้างอาคารอย่างมั่นคงแข็งแรงเพียงพอในการรับน้ำหนักท่อ

(2) ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่ง Shop Drawing แสดงตำแหน่งและแนวการแขวนท่อ รวมทั้งตัวอย่างเครื่องยึดเหนี่ยว และอุปกรณ์แขวนท่อให้วิศวกรผู้ออกแบบอนุมัติก่อนทำการติดตั้ง

(3) ท่อที่วางในแนวราบ หรือในแนวระดับ จะต้องมีที่ยึด หรือรัดท่อ หรือแขวน หรือรองรับกับแผ่นพื้น หรือด้านบน ที่ติดกับกำแพงหรือคานด้านบน ท่อที่ติดกับกำแพงหรือพื้น ให้ใช้เข็มขัดโลหะรัดท่อเข้ากับกำแพง หรือพื้นทุกระยะตามข้อ 3.20.4 และ 3.20.8

(4) ขนาดเหล็กแขวนที่รองรับ

ขนาดท่อ	ขนาดของเหล็กแขวนไม่น้อยกว่า
1 1/2" และเล็กกว่า	3/8"
2"– 3"	3/8"
4" และใหญ่กว่า	1/2 "

(5) ระยะแขวนท่อในแนวราบสำหรับท่อเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 1/4 นิ้ว ลงมาให้แขวนทุก ๆ ระยะ 1.75 เมตร ส่วนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 1/2 นิ้ว ขึ้นไปทุก ๆ ระยะ 2.50 เมตร

(6) การทาสี เครื่องยึดเหนียวและอุปกรณ์แขวนท่อ ทุกชิ้นต้องทาสีกันสนิม 2 ชั้น และทาสีเทาทับ 1 ชั้น โดยก่อนทาสีต้องขัดสนิมออกให้หมดเสียก่อน

(7) ท่อที่ติดตั้งในแนวดิ่ง หรือแนวตั้งจะต้องยึดหรือรัดท่อให้มั่นคงแข็งแรงทุกๆ ชั้นของอาคาร หรือไม่น้อยกว่าช่วงของความยาวท่อแต่ละท่อน หรือตามระยะในข้อ 3.23.8 นอกจากนี้ ตรงโคนท่อต้องจัดให้มีการรองรับเป็นพิเศษโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ท่อเปลี่ยนแนวจากดิ่งมาเป็นแนวราบ

(8) ระยะห่างมากที่สุดของเครื่องยึดเหนี่ยวและอุปกรณ์แขวนท่อ

ขนาดท่อ (นิ้ว)	เหล็ก (มม.)	ระยะห่าง (เมตร)
1/2	9	2.0
3/4	9	2.4
1 1	9	2.4
1/4	9	2.4
1 1/2	9	3.0
2	9	3.0
2 1/2	12	3.0
3	12	3.0
4	15	4.0
5	15	4.8
6	22	4.8
8	22	4.8
10	22	6.0
12	22	6.0

3.4 ระบบดับเพลิงชนิดสายสูบ

ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในระบบดับเพลิง จะต้องได้มาตรฐานของสถาบันใดสถาบันหนึ่งดังต่อไปนี้ เว้นแต่ระบุไว้เป็นอย่างอื่น

(1) UL (UNDERWRITERS LABORATORILES) INC.

(2) FM (FACTORY MUTUAL)

(3) FOC (FIRE OFFICES COMMITTEE)

3.4.1 อุปกรณ์สายฉีดน้ำดับเพลิง ติดตั้งอยู่ในตู้ติดผนัง ขนาดตามความเหมาะสม ตัวตู้ทำด้วยเหล็กรีดเย็นเบอร์ 16 พ่นสีภายนอกและภายในแล้วอบแห้งสนิทบานประตูเป็นกระจกนิรภัย SAFETY GLASS เมื่อทุบแตกจะไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ พร้อมภาพหรืออักษรแสดงวิธีการใช้ ภายในตู้ประกอบด้วย

(1) สายส่งน้ำดับเพลิง FIRE HOSE REEL เป็นสายยางสีแดงขนาด 1 นิ้ว ยาว 100 ฟุต (30 เมตร) เสริมให้แข็งแรงด้วยโครงสร้างเส้นใยถัก ทำให้ไม่หักงอ ทนความดันทดสอบ (TEST PRESSURE) ได้ไม่ต่ำกว่า 400 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นสายของประเทศอังกฤษหรืออเมริกา มีประกอบต่างๆ มีดังนี้ คือ

- หัวฉีดน้ำสำหรับสายส่งน้ำดับเพลิงขนาด 1 นิ้ว เป็นแบบ JET/SPRAY/SHUT-OFF NOZZLE ทำด้วยโลหะทองเหลืองหล่อ เป็นผลิตภัณฑ์ของประเทศอังกฤษหรืออเมริกา สามารถปรับลักษณะของน้ำที่ฉีดเป็นฝอย หรือเป็นลำได้ตามต้องการ
- วาล์วควบคุมแบบอัตโนมัติ ทำจากโลหะผสมที่แข็งแรง เมื่อดึงสายจากขดม้วนสายน้ำจะไหลมายังหัวฉีดได้โดยอัตโนมัติ
- ขดม้วนสาย ทำจากแผ่นเหล็กขึ้นรูปพ่นสีแดงเช่นเดียวกับตู้เก็บสายส่งน้ำดับเพลิง ที่กลางขดทำด้วยโลหะหล่อไม่เป็นสนิม มีโบล์ทยึดกับผนังพร้อม

(2) เครื่องดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้งขนาด 15 ปอนด์

(3) ประตูน้ำทองเหลือง ANGLE VALVE ขนาด 2 1/2" ทนแรงดันใช้งาน 300 PSI ได้มาตรฐาน UL/FM พร้อมข้อต่อสวมเร็วทองเหลืองมีฝาปิดพร้อมโซ่

3.4.2 ข้อต่อรับน้ำดับเพลิงเข้าอาคาร (FIRE DEPARTMENT CONNECTION) ขนาดตัวเรือน (BODY) ทำด้วย CAST BRASS หรือวัสดุอื่นที่มีความแข็งแรงและเหมาะสมกับอาคารสามารถทนแรงดันใช้งานปกติ (WORKING PRESSURE) ได้ไม่ต่ำกว่า 300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว พร้อมด้วยอักษรเขียนแสดงชนิดไว้ มี ADAPTOR สำหรับต่อสวมเข้ากับข้อต่อแบบสวมเร็ว (QUICK COUPLING) และฝาปิดพร้อมโซ่คล้อง

3.4.3 วาล์ว

วาล์วทั้งหมดจะต้องติดตั้งที่ตำแหน่งซึ่งสะดวกต่อการหมุนและซ่อมแซมวาล์วสำหรับปิดวาล์วเตือนวาล์วกันการไหลกลับเป็นแบบสวิงวาล์ว วาล์วสำหรับระบายน้ำและอากาศจะต้องเป็นตามมาตรฐาน และรับรองโดย UL และ FM

3.4.4 การทดสอบแรงอัดน้ำ

ระบบท่อทั้งหมดจะต้องทำการทดสอบ โดยอัดแรงอัดน้ำมากกว่าท่อนั้น ๆ รับแรงดันจริงร้อยละห้าสิบ ให้คงที่เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

3.5 ประตูน้ำ และอุปกรณ์ประกอบ

ความสามารถทนแรงดันขณะใช้งาน working pressure ไม่น้อยกว่า 175 ปอนด์ต่อตารางนิ้วหรือที่ระบุในแบบ

3.5.1 OS & Y GATE VALVE สำหรับขนาด 2 1/2 นิ้ว ลงมาทำด้วย BRONZE ต่อโดยใช้เกลียว และสำหรับขนาด 3 นิ้วขึ้นไป ทำด้วย CAST IRON หรือ CAST STEEL ต่อโดยใช้หน้าแปลน

3.5.2 CHECK VALVE เป็นแบบ NON-SLAMMING หรือ SILENT CHECK VALVE ขนาด 2 1/2 นิ้ว ลงมาทำด้วย BRONZE ต่อโดยการใช้เกลียว ขนาด 3 นิ้ว ขึ้นไปทำด้วย CAST IRON หรือ CAST STEEL ต่อโดยใช้หน้าแปลน SEAT , DISC และ SPRING ทำด้วย BRONZE หรือ STAINLESS STEEL

3.5.3 เกจ์วัดความดัน เกจ์วัดสูญญากาศ เป็นแบบสำหรับใช้งานน้ำ กรอบทำด้วย STAINLESS STEEL หรือ CAST ALUMINUM แผงแสดงตัวเลขกลมเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว มีสเกลอยู่ในช่วง + 0.5% 150% ถึง 200% ของความดันที่ใช้งานปกติวัดค่าเที่ยงตรงแน่นอนคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 0.5 % ของสเกลแสดงบนตัวเลข และมีอุปกรณ์ปรับค่าที่ถูกต้องได้เกจ์จะต้องมี SHUT-OFF NEEDLE VALVE และ SNUBBER CONNECTOR

3.6 เครื่องดับเพลิงแบบมือถือ (Portable Fire Extinguisher)

3.6.1 เครื่องดับเพลิงชนิดผงเคมี A-B-C

เป็นเครื่องมือดับเพลิงชนิดผงเคมี สำหรับดับเพลิงได้ 3 ประเภท A-B-C (MULTIPURPOSE DRY CHEMICAL PORTABLE FIRE EXTINGUISHER) ขนาด 15 ปอนด์ ตัวถังทำจากเหล็กกล้าพ่นสีและมีคุณสมบัติตรงตามข้อกำหนด D.O.T (DEPARTMENT OF TRANSPORTATION) สามารถทดสอบความดัน ทดสอบ (HYDROSTATIC TEST PRESSURE) ได้ไม่ต่ำกว่า 500 ปอนด์/ตร.นิ้ว ความดันสำหรับใช้ขับผงเคมี ให้ใช้ความดันจากแก๊สจะเป็นประมาณ 190 ปอนด์/ตร.นิ้ว อุปกรณ์ชุดสายฉีดน้ำฉีดวาล์วจะต้องสามารถทนแรงดันได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่า ของแรงดันแก๊สปกติผลเคมีที่ใช้เป็นสารประเภทโมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต ผสมสารพิเศษเพื่อป้องกันการจับตัวเป็นก้อนได้ง่าย มีจุดประสงค์เพื่อใช้บรรจุในเครื่องดับเพลิงเคมีโดยเฉพาะ และมีประสิทธิภาพในการดับเพลิงเคมีโดยเฉพาะ และมีประสิทธิภาพในการดับเพลิงสูง ในการเสนอขอการรับรองเครื่องดับเพลิงเคมีจากวิศวกรผู้ออกแบบนี้ ผู้รับเหมาจะต้องสาธิตการดับเพลิงเพื่อแสดงประสิทธิภาพในการดับเพลิงของเครื่องดับเพลิงให้ชมจนเป็นที่พอใจด้วย หรือจะต้องมีความสามารถในการดับเพลิงได้เทียบเท่ากับค่า UL LISTED RATING 6A : 10B ผู้ขายจะต้องรับประกันเครื่องดับเพลิงทุกเครื่องมีกำหนดเวลา 5 ปี

3.6.2 เครื่องดับเพลิงชนิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

เป็นเครื่องมือดับเพลิง ขนาด 15 ปอนด์ ภายในบรรจุก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีสายฉีดพ่นติดอยู่ในตัวสามารถหยุดการฉีดพ่นได้ตลอดเวลาใช้ดับไฟ CLASS B, C มีเกจ์ความดัน โดยผู้ขายจะต้องรับประกันเครื่องดับเพลิงทุกเครื่องมีกำหนดเวลา 5 ปี

หมวดที่ 4 รายการมาตรฐานผลิตภัณฑ์

4.1 รายการมาตรฐานผลิตภัณฑ์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามรายละเอียดที่ระบุอยู่ในแบบ และหรือรายการประกอบแบบ โดยให้มีมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ไม่น้อยกว่าที่จะกล่าวต่อไปนี้

<u>รายชื่ออุปกรณ์และอุปกรณ์ที่มีคุณภาพเทียบเท่า</u>

<u>ระบบสุขาภิบาล</u>

1.	WATER PUMP	:	GRUNDFOS, AURORA, PEERLESS หรือเทียบเท่า
2.	GATE VALVE & BALL VALVE	:	KITZ, TOYO, KEYSTONE, NIDEX หรือเทียบเท่า
3.	BUTTERFLY VALVE	:	KITZ, NIBCO, WATTS, BELVEN หรือเทียบเท่า
4.	SILENT CHECK VALVE	:	METRAFLEX, STOCKHAM, VALMATIC หรือเทียบเท่า
5.	EXPANSION JOINT & FLEXIBLE CONNECTOR	:	MASON, TOZEN, METRAFLEX หรือเทียบเท่า
6.	STRAINER	:	TOYO, KITZ, KEYSTONE หรือเทียบเท่า
7.	AUTOMATIC AIR VENT	:	METRAFLEX, APCO, BELL & GOSSETT หรือเทียบเท่า
8.	VIBRATION ISOLATOR	:	MASON, TOZEN, UNISON หรือเทียบเท่า
9.	CHECK VALVE	:	TOYO, KITZ, KEYSTONE หรือเทียบเท่า
10.	FLOAT VALVE	:	SINGER, CLAYTON, MUESCO หรือเทียบเท่า
11.	FOOT VALVE	:	SOCLA , KISTLER ,FMT หรือเทียบเท่า
12.	ROOF DRAIN	:	COTTO, KNACK, WENCO, TCP หรือเทียบเท่า
13.	FLOOR DRAIN	:	COTTO, KNACK, WENCO, TCP หรือเทียบเท่า
14.	FLOOR CLEANOUT	:	COTTO, KNACK, WENCO, TCP หรือเทียบเท่า
15.	DIGITAL WATER METER	:	TAC, ALCO, ACTARIS, ITRON หรือเทียบเท่า
16.	RUBBER CONNECTOR FOR NON PRESSURE LINE	:	AQUAFLEX, MASON, TOZEN หรือเทียบเท่า
17.	SUBMERSIBLE PUMP	:	TZURUMI, GRUNDFOS, FLYGHT , MITSUBISHI หรือเทียบเท่า
18.	WASTE WATER TREATMENT PACKAGE	:	SAN-PAC, COTTO, BIOTECH, AQUAหรือเทียบเท่า
19.	GREASE TRAP	:	SAN-PAC, COTTO, BIOTECH, AQUAหรือเทียบเท่า
20.	WATER HAMMER ARRESTER	:	WATTS, JOSAM, METRON หรือเทียบเท่า

21.	WATER HEATER	:	SIEMENS, STIEBEL ELTRON, PANASONIC หรือเทียบเท่า
22.	POLYVINYL CHLORIDE PIPE (PVC.)	:	ท่อน้ำไทย, ตราช้าง, AAA
23.	POLYPROPYLENE (PP-R 80)	:	SLYM, THAIPPR, WEFATHERM
24.	POLYBUTYLENE (PB)	:	อนุมัติ มอก. 910-2532
25.	HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE)	:	อนุมัติ มอก. 982-2556
26.	สีทาท่อ	:	CHUGOKU, TOA, JOTUN, BEGER

<u>ระบบป้องกันอัคคีภัย</u>

1.	BLACK STEEL PIPE (BSP)	:	SAMCHAI, NIPPON STEEL, PACIFIC PIPE หรืออนุมัติเทียบเท่า
2.	PORTABLE FIRE EXTINGUISHER	:	IMPERIAL, GUARDIAN, TYCO, TOTAL-FIRE หรือเทียบเท่า
3.	FIRE DEPARTMENT CONNECTION	:	POWHATAN, UL AND FM LISTED หรือเทียบเท่า
4.	FIRE HOSE REEL	:	MOYNE, ANGUS, ARDENOAK หรือเทียบเท่า
5.	OS & Y GATE VALVE	:	VICTAULIC, NIBCO, TYCO, UL AND FM APPROVED
27.	สีทาท่อ	:	CHUGOKU, TOA, JOTUN, BEGER

ข้อกำหนดของสถานีอัดประจุไฟฟ้า

1. ความต้องการทั่วไปของสถานีอัดประจุไฟฟ้า

1.1 บริเวณที่จะทำการก่อสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้าต้องมีพื้นที่ให้รถจอดไม่ต่ำกว่าปริมาณหัวอัดประจุไฟฟ้าที่ติดตั้งในสถานี

1.2 พื้นที่ของ 1 ช่องจอดรถต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า 2.5 เมตร x 3.0 เมตรหรือเป็นไปตามกฎหมายหรือข้อกำหนดที่มีการบังคับใช้ จำนวน 2 ช่อง

1.3 ต้องเตรียมพื้นที่ให้เพียงพอต่อการจอดรถขณะอัดประจุและมีพื้นที่ให้ติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้า (Main Distribution Board, MDB) และเครื่องอัดประจุไฟฟ้าโดยต้องมีการเตรียมพื้นที่ให้สะดวกต่อการเข้าซ่อมบำรุงและตรวจสอบโดยหรือเป็นไปตามข้อแนะนำของผลิตภัณฑ์นั้น

1.4 สถานีจะต้องก่อสร้างในพื้นที่ร่มหรือภายในอาคารหากมีการติดตั้งนอกตัวอาคารจะต้องมีหลังคำที่เหมาะสมเพื่อป้องกันฝนตก, ฝนสาดและการส่องของแดดโดยตรงไปที่เครื่องอัดประจุไฟฟ้า

1.5 ในพื้นที่แต่ละช่องจอดต้องมีการตีเส้นจราจรให้ชัดเจนโดยใช้สีที่ถูกต้องตามกฎหมายพร้อมสัญลักษณ์ที่พื้นช่องจอดเพื่อแสดงให้เห็นว่าเป็นช่องจอดของรถยนต์ไฟฟ้าขณะทำการอัดประจุไฟฟ้าเท่านั้น

1.6 ต้องมีสัญลักษณ์บริเวณสถานีเพื่อแสดงให้เห็นว่าเป็นสถานีอัดประจุไฟฟ้าโดยใช้ลักษณะตามมาตรฐานที่โครงการฯกำหนด

1.7 สัญลักษณ์ต้องสามารถมองเห็นได้ชัดเจนในเวลากลางคืน

1.8 ต้องมีการเตรียมระบบไฟฟ้าขนาดแรงดันไฟฟ้า 380-415 โวลต์ 3 เฟสเพื่อรองรับเครื่องอัดประจุไฟฟ้าโดยมีขนาดกำลังไฟฟ้า สำหรับหัวจ่ายประจุแบบธรรมดา (AC Normal Charger) ต้องมีระบบไฟฟ้ารองรับได้ไม่ต่ำกว่า 22 กิโลวัตต์ต่อ 1 หัวจ่ายเพื่ออัดประจุไฟฟ้า

2. การติดตั้งระบบสายส่งไฟฟ้าให้สถานีอัดประจุไฟฟ้า (Main Distribution Board) ต้องมีข้อกำหนดดังต่อไปนี้

2.1 การติดตั้งสายไฟฟ้าและช่องทางเดินสายไฟ

2.1.1 จะต้องมีสายไฟประธานที่มีขนาดรองรับกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับเครื่องอัดประจุไฟฟ้า

2.1.2 มาตรฐานการใช้สายไฟฟ้าให้ใช้ ชนิดทนแรงดันได้ไม่ต่ำกว่า 1,000 โวลต์ (CV type)

2.1.3 ขนาดของสายไฟฟ้าให้ใช้ตามมาตรฐานตารางสายไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

2.1.4 สายไฟฟ้าทุกประเภทต้องทำการติดตั้งในช่องทางเดินสายไฟฟ้า ประเภทท่อไฟฟ้าหรือ รางมีการติดตั้งอย่างมิดชิดและปลอดภัยต่อผู้ใช้งานโดยให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

2.2 ตู้ MDB รับไฟจากระบบ

2.2.1 ต้องติดตั้งตู้รับไฟฟ้าจากไฟฟ้าหลักโดยมีอุปกรณ์ตัดวงจรอัตโนมัติขณะเกิดการลัดวงจร (Mold Case Circuit Breaker, MCCB) โดยมีค่าการทนการลัดวงจรตามมาตรฐานของการออกแบบ

2.2.2 จะต้องมีอุปกรณ์ตัดวงจรอัตโนมัติขณะเกิดการลัดวงจร (Residual Circuit Device, RCD) ของวงจรย่อยชนิด 4 ขั้ว พร้อมวงจรป้องกันกระแสรั่วไหลที่จ่ายไปหาเครื่องอัดประจุไฟฟ้า

2.2.3 จะต้องติดตั้งอุปกรณ์เพื่อแสดงให้เห็นว่ามีกระแสไฟฟ้าจ่ายมาที่ตู้ MDBไฟฟ้าเป็นชนิดหลอดไฟฟ้าหรือ มิเตอร์แสดงแรงดันไฟฟ้าเข้า (Phase Protection Device)

2.2.4 จะต้องติดตั้งอุปกรณ์กับดักฟ้าผ่าในตู้ MDB ควบคุมระบบไฟฟ้า (Surge Protection Device)

2.2.5 จะต้องติดตั้งวงจรป้องกันระบบแรงดัน ตก ขาด และ เกิน เพื่อป้องกันเครื่องอัดประจุไฟฟ้าเสียหาย

3.คุณสมบัติของเครื่องอัดประจุไฟฟ้า

3.1 รูปแบบเครื่องอัดประจุไฟฟ้าหัวจ่ายประจุไฟฟ้าแบบธรรมดาตามมาตรฐานที่สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม (สมอ.) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การเชื่อมโยงสายไฟ	แรงดันไฟฟ้า 380-416 โวลต์, ความถี่ 50 เฮิร์ตซ, 3 เฟสรวมสาย Normal และสายดิน
การอัดประจุเป็นไปตามมาตรฐาน	Mode 3, IEC 61851-1, IEC 61851-2
Plug และ Socket	มาตรฐาน IEC 62196-1, IEC 62196-22
พลังงานด้านออกสูงสุด	22 กิโลวัตต์
แรงดันไฟฟ้าสูงสุด	380-416 โวลต์
กระแสไฟฟ้าสูงสุด	ไม่เกิน 32 แอมแปร์
Terminal และ Socket ขาออก	Type 2; IEC 62196
Contact socket, Heavy Duty Socket outlet	Silver plate
ACTIVATE และ IDENTIFY	RFID
Index protection	ไม่น้อยกว่า IP54 (IEC 60529)
Mechanical Impact	IK08 (IEC 62262)
ระยะเวลารับประกัน	ไม่น้อยกว่า 30 เดือน
อุณหภูมิณเวลาทำงาน	-10 องศาเซลเซียสถึง +50 องศาเซลเซียส
จำนวน Socket output	ไม่น้อยกว่า 1 output
การเชื่อมโยงสื่อสาร	ไม่น้อยกว่าระบบ OCCP 1.5
การเชื่อมโยงเครือข่าย	TCP/IP
หัวประจุไฟฟ้า (Housing)	เหล็กทำสีหรือสแตนเลสสตีล
ความยาวของสายอัดประจุไฟฟ้า	ไม่น้อยกว่า 5 เมตร

3.2 Emergency stop อย่างน้อย 1 จุดในบริเวณที่สังเกตได้ง่าย

3.3 ต้องมีมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าซึ่งความละเอียด 1% และส่งสัญญาณข้อมูลผ่านระบบ OCPP

4.อุปกรณ์ประกอบสถานีอัดประจุไฟฟ้า ต้องมีอย่างน้อย

4.1 EV Charger 22 KVA (Wall Type)	4 ชุด
4.2 Software System (Billing)	1 ชุด
4.3 Computer Set	1 ชุด
4.4 Distribution Board (DB)	1 ชุด
4.5 Charging Cable Type 1 , 5.0 m.	4 ชุด
4.6 Charging Cable Type 2 , 5.0 m.	4 ชุด
4.7 ที่แขวนพร้อมที่ล็อคสายชาร์จ EV	4 ชุด
4.8 ค่าตั้งแบบ Stand	4 ชุด
4.9 Installation , Testing & Commissioning	4 ชุด
4.10 Service Maintenance	24 เดือน