โครงการ

จัดสร้างอาคารฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควบคุมจราจรทางอากาศวิศวกรรม

และพื้นที่ปฏิบัติงาน Remote Aerodrome ณ ศูนย์ควบคุมการบินหาดใหญ่

เอกสารรายการประกอบแบบ

หมวดงาน 04

ระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

จัดทำโดย

บริษัท เกทเวย์ อาร์คิเท็ค จำกัด

สารบัญ

(หมวดงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร)

		หน้า
หมวดที่ 01	**ข้อกำหนดเฉพาะ**	
1.	ขอบเขตของงาน	01-101-1
2.	งานที่จัดทำโดยผู้รับจ้างรายอื่น	01-101-2
3.	ข้อกำหนดเพิ่มเติม	01-101-2
หมวดที่ 02	**เงื่อนไขทั่วไป**	
1.	นิยาม	02-201-1
2.	เงื่อนไขเบื้องต้น	02-201-1
3.	เงื่อนไขในการปฏิบัติงาน	02-201-2
4.	แบบใช้งาน (Shop Drawing)	02-201-4
5.	เงื่อนไขเกี่ยวกับกฎและค่าธรรมเนียม	02-201-5
6.	เงื่อนไขเกี่ยวกับการตรวจ การทดสอบ การอธิบาย การใช้งานของอุปกรณ์ และการตรวจรับงาน	02-201-6
หมวดที่ 03	**ระบบไฟฟ้าและรหัสสี**	
1.	ระบบไฟฟ้า	03-301-1
หมวดที่ 04	**การต่อลงดิน** (Grounding System)	
1.	ความต้องการทั่วไป	04-401-1
2.	อุปกรณ์และการติดตั้ง	04-401-1
3.	การทดสอบ	04-401-2
หมวดที่ 05	**ท่อร้อยสาย ทางเดินสาย และกล่องดึงสาย**	
1.	ท่อร้อยสาย	05-501-1
2.	รางเดินสาย (Wireways)	05-501-3
3.	รางเคเบิล	05-501-5
4.	กล่องดึงสายและกล่องต่อสาย	05-501-6
หมวดที่ 06	**สายไฟฟ้า** (Wire and Cable)	
1.	ความต้องการทั่วไป	06-601-1
2.	สายไฟฟ้าชนิดร้อยในท่อหรือรางเดินสายภายในอาคาร	06-601-1
3.	สายทองแดงเปลือย	06-601-2
4.	สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ	06-601-2
5.	สายไฟฟ้าชนิดร้อยในท่อฝังดิน หรือฝังดินโดยตรง (NYY)	06-601-3

		หน้า
6.	สายไฟฟ้ากำลังแรงดันต่ำชนิดฉนวน XLPE (CV)	06-601-3
7.	สายไฟฟ้าควบคุมชนิดหลายแกนร่วม (Control Cable : CVV)	06-601-3
8.	สายไฟฟ้าแรงสูง	06-601-3
9.	สายไฟฟ้าชนิดอ่อน (VCT, VCT-G)	06-601-3
หมวดที่ 07	**สวิทซ์และเต้ารับไฟฟ้า**	
1.	ความต้องการทั่วไป	07-701-1
2.	สวิทซ์ไฟฟ้า (Switch)	07-701-1
3.	สวิทซ์ไฟหรี่ (Dimmer Switch)	07-701-1
4.	เต้ารับไฟฟ้า (Receptacle)	07-701-2
5.	เต้ารับพิเศษอื่นๆ	07-701-2
6.	การติดตั้ง	07-701-2
หมวดที่ 08	**โคมไฟฟ้าแสงสว่าง**	
1.	ความต้องการทั่วไป	08-801-1
2.	ดวงโคมฟลูออเรสเซนต์แบบหลอดยาว	08-801-1
3.	ดวงโคมชนิดดาวน์ไลท์	08-801-2
4.	โคมไฟเตือนอากาศยาน	08-801-2
5.	โคมไฟชนิดพิเศษ	08-801-2
6.	หลอดไฟฟ้า	08-801-3
7.	บัลลาสต์	08-801-3
8.	การติดตั้ง	08-801-4
หมวดที่ 09	**ไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและไฟป้ายทางออกฉุกเฉิน**	
1.	ความต้องการทั่วไป	09-901-1
2.	โคมไฟฟ้าฉุกเฉิน	09-901-1
3.	โคมไฟฟ้าแสดงทางออกฉุกเฉิน	09-901-1
4.	การติดตั้ง	09-901-2
5.	การทดสอบ	09-901-2
หมวดที่ 10	**แผงจ่ายไฟฟ้าย่อย**	
1.	ความต้องการทั่วไป	10-1001-1
2.	แผงจ่ายไฟฟ้าย่อยสำหรับใช้กับที่พักอาศัย	10-1001-1
3.	แผงจ่ายไฟฟ้าย่อยสำหรับการใช้งานทั่วไป	10-1001-2
4.	การติดตั้งและทดสอบ	10-1001-2

หน้า

หมวดที่ 11 แผงสวิทซ์จ่ายไฟฟ้า (MDP)

1. ความต้องการทั่วไป 11-1101-1
2. ลักษณะและการจัดทำแผงสวิทซ์ 11-1101-2
3. บัสบาร์ 11-1101-3
4. Main Circuit Breaker 11-1101-4
5. Tie Circuit Breaker 11-1101-4
6. Feeder Circuit Breaker 11-1101-4
7. Automatic Transfer Switch 11-1101-5
8. อุปกรณ์และเครื่องวัดสำหรับแผงจ่ายไฟฟ้ารวม 11-1101-6
9. การติดตั้ง 11-1101-6
10. การทดสอบ 11-1101-6

หมวดที่ 12 เครื่องวัดและอุปกรณ์ประกอบสำหรับแผงสวิทซ์จ่ายไฟฟ้า

1. Instruments และ Metering 12-1201-1
2. Control Wiring 12-1201-4
3. Terminal Rail 12-1201-4
4. Symbols และ Mimic Diagram 12-1201-4
5. Name Plate และป้ายเตือนต่างๆ 12-1201-4

หมวดที่ 13 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

1. ความต้องการทั่วไป 13-1301-1
2. ข้อกำหนดสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล 13-1301-1
3. ข้อกำหนดสำหรับ Generator 13-1301-3
4. อุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์ประกอบ 13-1301-4
5. การติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง 13-1301-5
6. การทดสอบ 13-1301-6
7. ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 13-1301-7
8. การใช้งาน การบำรุงรักษา และการรับประกัน 13-1301-8

หมวดที่ 14 ระบบสำรองไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง (UPS)

1. ความต้องการทั่วไป 14-1401-1
2. ส่วนประกอบที่สำคัญ 14-1401-1
3. ลักษณะการทำงาน 14-1401-1
4. คุณสมบัติทางเทคนิค 14-1401-2
5. ระบบควบคุมและแสดงผลระยะไกล 14-1401-3
6. แบตเตอรี่ 14-1401-4
7. การติดตั้งและทดสอบ 14-1401-4

หน้า

หมวดที่ 15 ระบบควบคุมไฟฟ้าแสงสว่าง

1. ความต้องการทั่วไป 15-1501-1
2. ข้อกำหนดทางเทคนิค 15-1501-1
3. การติดตั้ง 15-1501-3
4. การทดสอบ 15-1501-3
5. การรับประกัน 15-1501-3

หมวดที่ 16 ระบบแสดงผลสำหรับผู้ดูงาน

1. ความต้องการทั่วไป 16-1601-1
2. ขอบเขตงานของผู้รับจ้างและผู้ว่าจ้าง 16-1601-1
3. ข้อกำหนดทางเทคนิค 16-1601-1
4. การติดตั้ง 16-1601-2
5. การทดสอบ 16-1601-2
6. การรับประกัน 16-1601-2

หมวดที่ 17 หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดน้ำมัน

1. ความต้องการทั่วไป 17-1701-1
2. ส่วนประกอบของหม้อแปลงไฟฟ้า 17-1701-2
3. อุปกรณ์ประกอบหม้อแปลง 17-1701-2
4. การติดตั้งหม้อแปลง 17-1701-3
5. การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า 17-1701-3
6. การรับประกัน 17-1701-4

หมวดที่ 18 ระบบข่ายสื่อสาร

1. ความต้องการทั่วไป 18-1801-1
2. ขอบเขตของงาน 18-1801-2
3. คุณลักษณะทางเทคนิคของอุปกรณ์ 18-1801-3
4. การติดตั้ง 18-1801-7
5. การทดสอบสายสัญญาณและอุปกรณ์ประกอบ 18-1801-8
6. การรับประกัน 18-1801-8

หมวดที่ 19 ระบบเสาอากาศโทรทัศน์รวม

1. ความต้องการทั่วไป 19-1901-1
2. ข้อกำหนดทางเทคนิค 19-1901-1
3. การติดตั้ง 19-1901-4
4. การทดสอบ 19-1901-5
5. การรับประกัน 19-1901-5

หน้า

หมวดที่ 20 ระบบแจ้งสัญญาณเพลิงอัตโนมัติ ชนิดระบุตำแหน่งและโซน

1. ความต้องการทั่วไป 20-2001-1
2. ความต้องการทางด้านเทคนิค 20-2001-1
3. การติดตั้ง 20-2001-5
4. การรับประกัน 20-2001-5

หมวดที่ 21 ระบบกระจายเสียงตามสายผ่านระบบเครือข่าย

1. ความต้องการทั่วไป 21-2101-1
2. ข้อกำหนดทางเทคนิคและการติดตั้ง 21-2101-1
3. การรับประกัน 21-2101-4

หมวดที่ 22 การอุดช่องเพื่อป้องกันไฟลาม

1. ความต้องการทั่วไป 22-2201-1
2. คุณสมบัติ 22-2201-1
3. การติดตั้งและทดสอบ 22-2201-1

หมวดที่ 23 ระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า

1. ความต้องการทั่วไป 23-2301-1
2. อุปกรณ์และการติดตั้ง 23-2301-1
3. การทดสอบ 23-2301-1

หมวดที่ 24 ระบบภาพห้องประชุม, ห้องเรียน และห้องฝึกอบรม

1. ความต้องการทั่วไป 24-2401-1
2. ข้อกำหนดทางเทคนิคและการติดตั้ง 24-2401-1
3. การทดสอบและการรับประกัน 24-2401-4

หมวดที่ 25 ระบบกล้องวงจรปิดชนิดดิจิตอล(IP/NVR)

1. ความต้องการทั่วไป 25-2501-1
2. ขอบเขตของงาน 25-2501-1
3. การทำงานของระบบ 25-2501-1
4. ข้อกำหนดทางเทคนิค 25-2501-1
5. การติดตั้ง 25-2501-3
6. การทดสอบ 25-2501-3
7. การรับประกัน 25-2501-3

หน้า

หมวดที่ 26 ระบบควบคุมประตูเข้า-ออก (Access Control System)

1. ความต้องการทั่วไป 26-2601-1
2. ขอบเขตงานของผู้รับจ้างและผู้ว่าจ้าง 26-2601-1
3. คุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ในระบบควบคุมการเข้า-ออกพื้นที่ปฏิบัติงาน 26-2601-1
4. การติดตั้ง 26-2601-2
5. การทดสอบ 26-2601-2
6. การรับประกัน 26-2601-2

หมวดที่ 27 รายชื่อผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง 27-2701-1

หมวดที่ 01 ข้อกำหนดเฉพาะ

1. ขอบเขตของงาน

1.1 การติดต่อประสานงาน

1.1.1 ประสานงานกับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร ผู้รับจ้างตกแต่งภายใน ผู้รับจ้างระบบปรับอากาศ ผู้รับจ้างระบบสุขาภิบาล และผู้รับจ้างรายอื่นที่ผู้ว่าจ้างกำหนด เพื่อให้การปฏิบัติงานตามแบบและรายการประกอบแบบเสร็จสิ้นสมบูรณ์ตามระยะเวลาที่กำหนด

1.1.2 ติดต่อและประสานงานกับการไฟฟ้าท้องถิ่น ให้ปักเสาพาดสายไฟฟ้าแรงสูง จากแหล่งจ่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ ถึงเสาไฟซึ่งติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้าแรงสูง ให้การไฟฟ้าท้องถิ่นติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้ารวม การตรวจอุปกรณ์ และการติดตั้งระบบไฟฟ้า

1.1.3 ค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่จะต้องจ่ายให้หน่วยงานของรัฐบาล และรัฐวิสาหกิจตามขอบเขตของงาน ให้ผู้รับจ้างเป็นผู้ชำระเองโดยตรง ทั้งนี้ค่าใช้จ่ายดังกล่าวได้รวมอยู่ในค่าจ้างตามสัญญา และถือเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

1.2 ขอบเขตของงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

1.2.1 จัดหาและติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์ประกอบ แผงสวิทช์เมนแรงต่ำและคะแปซิเตอร์ดังที่แสดงในแบบ

1.2.2 จัดหาและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล แผงควบคุมและอุปกรณ์, เครื่องสูบน้ำมัน,ถังน้ำมัน, Alumium Louver with Gravity Shutter, Sound Attenuator Air Intake Louver, Acoustic Door, บุผนังป้องกันเสียงรบกวนในห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ตามขนาดและตำแหน่งที่แสดงในแบบ

1.2.3 จัดทำนั่งร้านสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้า และแท่นคอนกรีตสำหรับแผงสวิทช์เมนแรงต่ำ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล และแผงจ่ายไฟฟ้าแบบตั้งพื้นทั้งหมด

1.2.4 จัดหาและติดตั้งสวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติ สวิทช์ตัดตอน สายป้อน ท่อร้อย สายป้อน แผงสวิทช์จ่ายไฟฟ้ารอง และแผงสวิทช์จ่ายไฟฟ้าย่อยพร้อมทั้งวัสดุอุปกรณ์ประกอบให้ครบถ้วน

1.2.5 จัดหาและติดตั้งท่อร้อยสาย, สายไฟฟ้า, เต้ารับไฟฟ้า, พัดลมระบายอากาศในห้องเครื่องไฟฟ้า, ดวงโคมไฟฟ้าแสงสว่างทั่วไป, ดวงโคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน, ชุดแบตเตอรี่สำรอง และอุปกรณ์ประกอบ

1.2.6 จัดหาและติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าและสายดิน

1.2.7 จัดหาและติดตั้งสายป้อนไฟฟ้ากำลัง พร้อมทั้งต่อสายไฟเข้าถึงเมนสวิทช์ของแผงควบคุมของระบบปรับอากาศ และระบบสุขาภิบาล ดังที่แสดงในแบบ

1.2.8 จัดหาและติดตั้งระบบแจ้งสัญญาณเพลิงไหม้อัตโนมัติ (Fire Alarm System) ตามที่กำหนดในแบบ

1.2.9 จัดหาและติดตั้งระบบเสาอากาศทีวี (Master Antenna Television) ตามที่กำหนดในแบบ

1.2.10 จัดหาและติดตั้งระบบกระจายเสียง (Sound System) ตามที่กำหนดในแบบ

1.2.11 ทำการจัดวางกรอบหรือท่อสวมทะลุคาน ผนัง พื้น หลังคา ตามที่จำเป็นสำหรับท่อร้อยสาย รางร้อยสาย และอื่น โดยให้ประสานงานกับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารและผู้รับจ้างอื่น ที่เกี่ยวข้อง เพื่อไม่ให้มีเหตุเสียหายและความล่าช้าขึ้น

1.2.12 ทำการอุดรูภายในท่อร้อยสายใต้ดินของระบบไฟฟ้าแรงสูง และแรงต่ำขนาดใหญ่ท่อร้อยสายโทรศัพท์ใต้ดินขนาดใหญ่ เพื่อกันสัตว์เล็กเข้าไปในท่อและความชื้นใต้ดิน (ถ้ามี)

1.2.13 ทำการอุดรูรอบท่อร้อยสาย ภายในและภายนอกของรางร้อยสาย ทั้งที่ทะลุผ่านผนัง พื้น หลังคา โดยใช้สารประเภททนไฟ เพื่อป้องกันเพลิงลามผ่านได้

1.2.14 จัดส่งรายละเอียดของวัสดุและอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในการติดตั้งเสนอขออนุมัติต่อตัวแทนของผู้ว่าจ้าง ก่อนดำเนินการสั่งซื้ออุปกรณ์

1.2.15 จัดทำแบบก่อสร้าง (Shop Drawing) เสนอขออนุมัติต่อตัวแทนผู้ว่าจ้าง ก่อนการดำเนินการสั่งซื้ออุปกรณ์หรือติดตั้ง

1.2.16 จัดทำแบบตามที่สร้างจริง (Asbuilt Drawing) เอกสารข้อกำหนดทางเทคนิค คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องอุปกรณ์ระบบต่างๆ เสนอต่อผู้ว่าจ้างเมื่อดำเนินการติดตั้งเสร็จสิ้นแล้ว

1.2.17 จัดหาอะไหล่ และเครื่องมือบำรุงรักษามอบให้ผู้ว่าจ้างตามรายการประกอบแบบ

2. งานที่จัดทำโดยส่วนงานอื่นของสัญญา

งานในรายการที่แสดงนี้เป็นงานที่จัดทำโดยส่วนงานอื่นของสัญญา แต่ส่วนงานระบบไฟฟ้าจะต้องรับผิดชอบติดต่อและประสานงาน เพื่อให้งานเชื่อมโยงถึงกัน และใช้งานได้โดยสมบูรณ์

2.1 แผงควบคุมระบบสุขาภิบาลจัดทำโดยส่วนงานระบบสุขาภิบาล แต่ส่วนงานระบบไฟฟ้าต้องต่อสายป้อนเข้าถึงเมนสวิทช์ของแผงควบคุม

2.2 แผงควบคุมระบบปรับอากาศจัดทำโดยส่วนงานระบบปรับอากาศ แต่ส่วนงานระบบไฟฟ้าต้องต่อสายป้อนเข้าถึงเมนสวิทช์ของแผงควบคุม

นอกจากนี้ ในส่วนของการปักเสาพาดสายไฟฟ้า จากภายนอกโครงการมายังเสาไฟฟ้าที่ติดตั้งมิเตอร์ และติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้าแรงสูงก่อนเข้าหม้อแปลงไฟฟ้า ที่ดำเนินการโดยการไฟฟ้าท้องถิ่น ถือเป็นความรับผิดชอบของส่วนงานระบบไฟฟ้าที่ต้องช่วยดำเนินการให้แล้วเสร็จสมบูรณ์

3. ข้อกำหนดเพิ่มเติม

3.1 ขนาดตู้แผงสวิทช์ตามที่กำหนดในแบบเป็นขนาดขั้นต่ำ หากขนาดสวิทช์ตัดตอนและอุปกรณ์ที่เลือกใช้มีขนาดใหญ่กว่า ให้ผู้รับจ้างขยายขนาดตู้ให้ใหญ่ขึ้นโดยถือรวมอยู่ในงานเป็นราคาเหมาและจะไม่มีการเพิ่มราคางานจากราคาเดิมที่เสนอไว้ ขนาดสวิทช์ตัดตอนและขนาดสายป้อน อาจมีการเปลี่ยนแปลงตามภาระการใช้ไฟฟ้าที่แท้จริง จึงให้ผู้รับจ้างขอทราบขนาดที่แน่นอนจากผู้ว่าจ้างและจากผู้รับจ้างรายอื่นที่เกี่ยวข้อง ก่อนดำเนินการวางท่อร้อยสายไฟและสั่งสายไฟสายที่ต่อเข้าสวิทช์ และดวงโคมให้ใช้ขนาดเดียวกับสายวงจรย่อย เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

3.2 ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องทำเป็นห้องเก็บเสียง (Sound Proof Room) โดยมีรายละเอียดและข้อกำหนดแสดงในบทเรื่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง ท่อไอเสียและหม้อพักส่วนที่อยู่ในอาคาร ให้หุ้มด้วยฉนวนกันความร้อนและหุ้มด้วยแผ่นอลูมิเนียมหนาไม่น้อยกว่า 0.5 มม.

3.4 ระบบแจ้งสัญญาณเพลิงไหม้อัตโนมัติ

3.4.1 ระบบแจ้งสัญญาณเพลิงไหม้ให้ใช้ชนิด Addressable Type ส่งสัญญานเตือนโดยใช้กระดิ่ง

3.4.2 การเดินสายวงจร Detector ใช้ระบบ 2-Wire Supervisory (Class B)

3.5 แบบก่อสร้าง (Shop Drawing)

ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบก่อสร้าง เพื่อแสดงวิธีการติดตั้งและตำแหน่งโดยละเอียด เสนอให้ผู้ว่าจ้างเห็นชอบตามที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนด โดยกำหนดงานเบื้องต้นที่ต้องจัดทำ Shop Drawings ดังนี้

3.5.1 การติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า

3.5.2 แบบตู้แผงสวิทซ์ไฟฟ้าแรงต่ำและแบบแสดงตำแหน่งการติดตั้งของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ

3.5.3 รายละเอียดการติดตั้งในช่องท่อ (Riser Shaft)

3.5.4 แนวบัสเวย์ ท่อร้อยสายป้อน ท่อร้อยสายอื่นๆ ที่สำคัญและรายละเอียดการติดตั้ง

3.5.5 การติดตั้งหลักล่อฟ้าและสายดิน

3.5.6 แบบแสดงตำแหน่ง พร้อมระยะของอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า ที่ติดตั้งในห้องต่างๆ เช่น UPS, Battery, แนวสายของอุปกรณ์ข่ายสื่อสาร, อุปกรณ์ควบคุมระบบ Fire Alarm, แนวสายของอุปกรณ์ควบคุมระบบกล้องวงจรปิด, แนวสายของอุปกรณ์ควบคุมระบบ Access Control และอุปกรณ์ระบบอื่นๆ ที่มีการติดตั้งในพื้นที่อาคาร

3.5.7 แบบแปลนต่างๆ และวงจรไฟฟ้าต่างๆ ที่สำคัญ โดยเฉพาะวงจรควบคุมต่างๆ

หมวดที่ 02 เงื่อนไขทั่วไป

1. นิยาม

1.1 "ผู้ว่าจ้าง" หมายความว่า ผู้มีอำนาจซึ่งดำเนินการจ้างในนามของ “เจ้าของงาน" และหมายรวมถึงผู้แทนของผู้ว่าจ้าง คือ วิศวกร ผู้ตรวจงาน และผู้อื่นที่ผู้ว่าจ้างแต่งตั้งเป็นผู้แทนของตน

1.2 "ผู้รับจ้าง" หมายความว่าผู้มีอำนาจซึ่งดำเนินการรับจ้างในนามของ "ผู้รับงาน” และหมายรวมถึงพนักงาน ผู้แทนของผู้รับจ้างซึ่งได้รับการแต่งตั้งโดยรับจ้างเพื่อปฏิบัติงานนี้

1.3 "งาน" หมายความว่า วัสดุ อุปกรณ์ แรงงาน และการปฏิบัติงานตามสัญญานี้

1.4 "แบบ" หมายความว่าแบบแปลนที่แนบท้ายสัญญานี้ และรวมถึงแบบที่จัดเพิ่มเติมโดยผู้ว่าจ้างและ/หรือผู้รับจ้างเพื่อแสดงรายละเอียดเพิ่มเติมให้ชัดเจน เพื่อใช้ประกอบการปฏิบัติงานนี้

1.5 "วัน" หมายความว่า วันในปฏิทินของปี หรือยี่สิบสี่ (24) ชั่วโมงนับเป็นหนึ่งวัน

1.6 "เดือน" หมายความว่า สามสิบ (30) วัน นับเป็นหนึ่งเดือน

1.7 "ปี" หมายความว่า สามร้อยหกสิบห้า (365) วัน นับเป็นหนึ่งปี

1.8 "มาตรฐาน" หมายความว่า มาตรฐานต่างๆ ที่อ้างถึง ซึ่งให้ยึดถือมาตรฐานฉบับล่าสุด ในวันที่ลงนามในสัญญาเป็นมาตรฐานอ้างอิง

1.9 "การไฟฟ้าท้องถิ่น” หมายความว่า การไฟฟ้าฝ่ายผลิต การไฟฟ้านครหลวงและ/หรือการไฟฟ้าภูมิภาค

2. เงื่อนไขเบื้องต้น

2.1 ผู้รับจ้างจะต้องรับทราบและปฏิบัติตามข้อกำหนดอื่นๆ ที่มีไว้สำหรับการปฏิบัติงานทั้งโครงการ และอาจจะนำมากล่าวไว้ในที่นี้ และถ้ามีกล่าวซ้ำไว้ก็เพื่อเป็นการเน้นให้ผู้รับจ้างสนใจ และ/หรือเข้าใจเป็นพิเศษ มิใช่หมายความว่าผู้ว่าจ้างจะไม่ต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมากล่าว

2.2 ผู้รับจ้างสัญญาว่าจะไม่เอางานทั้งหมดหรือส่วนใดส่วนหนึ่งไปให้ผู้อื่นรับจ้างช่วงอีกทอดหนึ่งโดยมิได้รับอนุญาตเป็นหนังสือจากผู้ว่าจ้าง แต่ทั้งนี้ผู้รับจ้างยังต้องรับผิดชอบงานที่ให้ช่วงไปนั้นทุกประการ

2.3 การเปลี่ยนงาน การเพิ่มหรือลดงาน ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์สั่งเปลี่ยนงาน เพิ่มงานหรือลดงานตามสัญญาได้ โดยเปลี่ยนราคาไปตามราคาต่อหน่วยที่ผู้รับจ้างได้เสนอไว้แล้ว ในกรณีที่ไม่มีราคาต่อหน่วย จะคิดโดยวิธีตกลงราคากับผู้ว่าจ้าง การเปลี่ยนงานเพิ่มงานหรือลดงาน จะทำได้ก็ต่อเมื่อได้รับแจ้งเป็นหนังสือจากผู้ว่าจ้างแล้วเท่านั้น และถ้ามีความจำเป็นต้องเปลี่ยนระยะเวลาการทำงาน ให้ผู้รับจ้างแจ้งกับผู้ว่าจ้าง เพื่อทำความตกลงกันต่อไป

2.4 กรรมสิทธิ์

2.4.1 วัสดุและอุปกรณ์ซึ่งผู้รับจ้างจัดหามาและงานที่เสร็จแล้ว ถือว่าเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้ว่าจ้างทั้งสิ้น แต่ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเต็มที่ สำหรับการบำรุงรักษา ความเสื่อมสภาพ สูญหายถูกทำลายและ/หรือความเสียหายใดๆจนกว่าผู้ว่าจ้างจะได้รับมอบงานที่แล้วเสร็จ

2.4.2 รูปแบบและรายการทั้งหมด ถือว่าเป็นกรรมสิทธิ์โดยชอบของวิศวกรผู้ออกแบบห้ามมิให้ผู้ใดคัดลอกโดยวิธีใดๆ และ/หรือนำไปใช้ประโยชน์ในงานอื่น นอกจากจะได้รับอนุญาตจากวิศวกรผู้ออกแบบแล้ว

2.5 ขอบเขตของการเห็นชอบ

การที่ผู้ว่าจ้างรับทราบและ/หรือให้ความยินยอมใดๆเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ ฝีมือ รูปแบบ รายการ วิธีการ หรือกรรมวิธีการนัยแห่งการกระทำใดๆ สิ่งที่ทำการติดตั้งและ/หรือข้อเสนอใดๆ โดยผู้รับจ้าง ให้เป็นที่เข้าใจแต่เพียงว่าเป็นการรับของผู้ว่าจ้างในขณะนั้นซึ่งยังไม่มีเหตุผลอันสมควรที่จะคัดค้านเรื่องต่างๆ ดังกล่าว การกระทำดังกล่าวโดยผู้ว่าจ้างย่อมไม่ทำให้ผู้รับจ้างต้องพ้นภาระจากความรับผิดชอบเต็มที่ในเรื่องความถูกต้องและสมบูรณ์ของวัสดุอุปกรณ์และงานที่ต้องปฏิบัติให้เป็นไปตามรูปแบบและรายละเอียดข้อกำหนด และ/หรือต้องพ้นภาระหน้าที่ โดยตรงของผู้รับจ้างเกี่ยวกับพันธุ์กรรม หนี้สินและ/หรือความรับผิดชอบต่อความเสียหาย ต่อทรัพย์สินและ/หรือบุคคล

3. เงื่อนไขในการปฏิบัติงาน

3.1 แผนงาน

3.1.1 ผู้รับจ้างจะต้องส่งแผนงานที่จะใช้ในการปฏิบัติงานให้ผู้ว่าจ้างภายในสิบห้า (15) วันหลังจากวันลงนามในสัญญา หรือภายในระยะเวลาที่ได้ตกลงไว้กับผู้ว่าจ้าง โดยแผนงานที่เสนอจะต้องแยกส่วนของงานออกให้เหมาะสมและละเอียดตามสมควร และต้องแจ้งจำนวนของพนักงานของผู้รับจ้างที่จะใช้ในแต่ละส่วน/แต่ละช่วงเวลาของงานกำกับมาด้วยในระหว่างปฏิบัติงาน ถ้าจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงแผนงานไม่ว่าจะเป็นเฉพาะส่วนหรือทั้งหมดผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบก่อนถึงวันกำหนดที่จะขอเปลี่ยนแผนงานไม่น้อยกว่า (15) วัน หรือภายในระยะเวลาที่ได้ตกลงไว้กับผู้ว่าจ้าง เพื่อทำความตกลงกันก่อนการเปลี่ยนแผนงานจะทำได้ เมื่อรับแจ้งเป็นหนังสือจากผู้ว่าจ้างแล้วเท่านั้น

3.1.2 ถ้าหากในสัญญาจ้างระบุให้ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาวัสดุ และอุปกรณ์ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งกำหนดการส่งวัสดุและอุปกรณ์ให้แก่ผู้ว่าจ้างถ้าหากกำหนดการนั้นไม่เหมาะสมหรือถ้ามีการเปลี่ยนแปลงกำหนดการส่งของระหว่างระยะเวลาทำงาน ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบ

3.2 วัสดุและอุปกรณ์

3.2.1 วัสดุและอุปกรณ์ใดๆ ที่สัญญาว่าจ้างกำหนดให้ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหา ผู้รับจ้างจะดำเนินการจัดหาและนำไปติดตั้งได้ต่อเมื่อรับความยินยอมจากผู้ว่าจ้างเป็นหนังสือก่อนแล้ว ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายละเอียดและ/หรือตัวอย่างไปให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาภายในหกสิบ (60) วัน นับแต่วันลงนามในสัญญาหรือภายในระยะเวลาที่ผู้ว่าจ้างได้ทำความตกลงกันไว้การที่ผู้รับจ้างนำรายละเอียดและ/หรือตัวอย่างไปให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาช้ากว่ากำหนดจะนำมาเป็นข้ออ้างในการขอเปลี่ยนชนิดของวัสดุและอุปกรณ์และ/หรือขอต่อเวลาทำงานมิได้ เมื่อผู้ว่าจ้างได้พิจารณาและให้ความยินยอมในรายละเอียด และ/หรือตัวอย่างของวัสดุและอุปกรณ์แล้ว ผู้รับจ้างต้องจัดรายละเอียดและ/หรือตัวอย่างที่ได้รับความยินยอมสอง (2) ชุด หรือตามที่ได้ตกลงไว้กับผู้ว่าจ้าง โดยให้ผู้ว่าจ้างไว้เป็นหลักฐานหนึ่งชุด และเก็บแสดงไว้ที่สถานที่ปฏิบัติงานอีกหนึ่งชุด ละเอียดและ/หรือตัวอย่างดังกล่าวจะไม่คืนให้แก่ผู้รับจ้าง แต่ผู้รับจ้างอาจขอนำตัวอย่างไปใช้ในงานตามสัญญานี้ได้ แต่ต้องติดตั้งตามตำแหน่งที่ผู้ว่าจ้างกำหนด และหากผู้ว่าจ้างต้องการให้ถอดออกมาเพื่อเปรียบเทียบกับชิ้นอื่นผู้รับจ้างต้องดำเนินการให้โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ วัสดุอุปกรณ์ใดๆ ที่ ผู้ว่าจ้างพิจารณาแล้วว่าไม่ถูกต้องตามข้อกำหนด ผู้รับจ้างต้องทำ

การขนย้ายออกจากสถานที่ปฏิบัติงานโดยเร็วที่สุด ถ้าผู้ว่าจ้างเห็นว่าวัสดุและอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้มีคุณสมบัติไม่ดีเท่าที่กำหนดไว้ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะไม่ยอมให้นำมาใช้งานนี้ หรือถ้าผู้ว่าจ้างมีความเห็นว่าควรส่งให้สถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือทดสอบคุณสมบัติเพื่อเปรียบเทียบกับข้อกำหนดตามความต้องการของผู้ว่าจ้างก่อนที่จะยินยอมให้นำมาใช้ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ดำเนินการและเสียค่าใช้จ่าย

3.2.2 ในการกำหนดนามและ/หรือผู้ทำวัสดุอุปกรณ์ไว้นั้น มิได้หมายความว่า ผู้รับจ้างจะต้องใช้อุปกรณ์ที่ระบุไว้ดังกล่าวมาติดตั้งเสมอไป แต่ในกรณีที่ผู้รับจ้างต้องการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่เทียบเท่าหรือนอกเหนือจากมาตรฐานที่ได้ระบุไว้ในแบบและ/หรือรายการ ผู้รับจ้างต้องพิสูจน์และชี้แจงให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความยินยอมก่อน โดยมูลค่าของวัสดุอุปกรณ์ที่ขอเทียบเท่า จะต้องไม่ด้อยกว่าที่เสนอไว้ในสัญญา

3.3 การกำหนดตำแหน่งวัสดุและอุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องตรวจดูแบบและข้อกำหนดอื่นๆ (Specification) ที่มีความเกี่ยวข้องกับงานนี้ เช่น แบบโครงสร้าง ระบบปรับอากาศระบบสุขาภิบาล เป็นต้น เพื่อกำหนดตำแหน่งของวัสดุอุปกรณ์ให้ได้ตามแบบและไม่ขัดกับงานอื่นๆ โดยจะต้องประสานงานกับผู้รับผิดชอบในงานนั้นๆ เมื่อตำแหน่งของวัสดุและ/หรืออุปกรณ์ที่จะติดตั้งขัดกันกับงานอื่นผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบทันทีที่ตรวจพบแต่ต้องไม่ช้ากว่าสิบห้า (15) วัน ก่อนกำหนดที่จะติดตั้งเพื่อผู้ว่าจ้างจะได้จัดให้มีการทำความตกลงแก้ไข ถ้าตำแหน่งที่ติดตั้งวัสดุและ/หรืออุปกรณ์ขัดกับงานอื่นๆ หลังจากที่ได้ติดตั้งไปแล้ว โดยผู้รับจ้างไม่ได้แจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบตามกำหนดผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้แก้ไข โดยผู้รับจ้างจะเรียกค่าจ้างเพิ่มเติมหรือขอต่อเวลาทำงานมิได้

3.4 ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติงานตามที่กำหนดทั้งในแบบแปลน และในรายการ ถึงแม้ว่างานบางรายการมีแสดงในแบบแต่ไม่ปรากฏในรายการหรือมีกำหนดในรายการและไม่แสดงในแบบก็ตามผู้รับจ้างต้องปฏิบัติงานนั้นเช่นกัน เสมือนกับว่าแสดงไว้ทั้งสองแห่งงานที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต้องทำ เพื่อให้งานลุล่วงถูกต้องตามแบบและรายการแต่ไม่ได้แสดงรายละเอียดไว้ในแบบรายการและ/หรือบัญชีรายการวัสดุและอุปกรณ์ของผู้ว่าจ้างซึ่งให้ถือเป็นเพียงแนวทางในการคิดราคาเท่านั้น และ/หรือบัญชีใบเสนอราคาของผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างต้องทำให้ถูกต้องครบถ้วนโดยไม่มีเงื่อนไขใดๆทั้งสิ้น ในกรณีที่รายการและ/หรือแบบขัดกันและ/หรือมีความจำเป็นที่ ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนแปลงจากแบบและรายการแต่ประการใด ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบเป็นหนังสือทันทีเพื่อให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความเห็นชอบหากผู้รับจ้างดำเนินการไปก่อนได้รับอนุญาต ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างแก้ไขใหม่ให้ถูกต้องทุกประการได้ โดยผู้รับจ้างต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายโดยทั่วไปหากรายละเอียดในข้อกำหนดและในแบบไม่ตรงกัน ให้ถืออันที่ถูกต้องและ/หรือดีกว่าเป็นหลัก

3.5 ผู้รับจ้างต้องจัดหาเครื่องมือเครื่องใช้ในการปฏิบัติงานที่มีประสิทธิภาพ และเป็นชนิดที่ถูกต้องเหมาะสมกับประเภทของงานที่ทำเป็นจำนวนที่เพียงพอ ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะบังคับให้ผู้รับจ้างเพิ่มและ/หรือเปลี่ยนแปลงจำนวนและหรือประเภทของเครื่องมือต่างๆ เมื่อเห็นว่าผู้รับจ้างมีเครื่องมือไม่เพียงพอและ/หรือใช้เครื่องมือที่ไม่ถูกต้องเหมาะสมกับงาน

3.6 ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังรักษาความปลอดภัย รวมทั้งอัคคีภัยอันเกี่ยวกับทรัพย์สินทั้งปวงและบุคคลต่าง ๆ ที่เข้าไปในบริเวณปฏิบัติงาน โดยผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเต็มที่เกี่ยวกับเหตุเสียหายต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน ผู้รับจ้างต้องดูแลสถานที่ปฏิบัติงานให้สะอาดเรียบร้อยและอยู่ในสภาพที่ปลอดภัยตลอดเวลา

3.7 พนักงาน

3.7.1 ผู้รับจ้างต้องมีวิศวกรไฟฟ้าและ/หรือวิศวกรในสาขาอื่น ผู้เป็นภาคีวิศวกรหรือสูงกว่าในสาขาไฟฟ้ากำลัง และ/หรือสาขาอื่นซึ่งถูกต้องตาม พรบ. วิชาชีพวิศวกรรม เป็นผู้รับผิดชอบในการควบคุมการสร้างและอำนวยการติดตั้งให้เป็นไปตามแบบ และรายการที่ถูกต้องตามหลักวิชาที่ดีและต้องเป็นผู้ลงนามรับรองผลงานในเอกสารการส่งมอบงานด้วย

3.7.2 ผู้รับจ้างต้องมีนายงานที่ดีเพื่อสั่งงานและควบคุมงานในสถานที่ก่อสร้างตลอดเวลาปฏิบัติงาน และต้องใช้คนงานที่มีความรู้ความสามารถในการทำงาน ตามวิธีการที่ถูกต้องตามหลักวิชาทางช่างที่ดีด้วยฝีมือที่ดีตามกฎข้อบังคับต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น และมีจำนวนคนงานเพิ่มเติมที่จะปฏิบัติงานให้เสร็จทันตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างถอนคนงานที่ผู้ว่าจ้างเห็นว่าปฏิบัติงานด้วยฝีมือที่ไม่ดีพอ ผู้รับจ้างต้องหาคนงานใหม่ที่มีประสิทธิภาพ

4. แบบใช้งาน (Shop Drawings), แบบตามที่สร้างจริง (As-Built Drawings) และคู่มือการใช้งาน/บำรุงรักษา

4.1 ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบใช้งานและแบบแสดงการติดตั้งอุปกรณ์ ตามที่ผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้กำหนดให้ เสนอให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาก่อนดำเนินการติดตั้งขนาดของแบบต้องเท่าแบบของผู้ว่าจ้าง หรือขนาดตาม มอก.33 หรือขนาด A3 ในกรณีที่สามารถแสดงรายละเอียดให้พิจารณาได้ เมื่อผู้ว่าจ้างรับทราบแล้วต้องส่งแบบพิมพ์ให้ผู้ว่าจ้างสอง (2) ชุด ภายใน 60 วัน เพื่อใช้ในการควบคุมงาน

4.2 แผนผังและแบบตามที่สร้างจริง (As-Built Drawings) ถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานไปจากแบบ เช่น เปลี่ยนแนวทางเดินท่อ เป็นต้น หรือมีการสั่งเปลี่ยนแปลงใดๆ ที่ผู้ว่าจ้างไม่ได้จัดทำแบบให้ผู้รับจ้างต้องจัดทำแผนผังและแบบตามที่ สร้างจริง โดยให้ส่งแบบพิมพ์ 1 ชุด ซึ่งวิศวกรไฟฟ้าและ/หรือวิศวกรสาขาอื่นของผู้รับจ้างลงนามรับรองความถูกต้องแล้วให้แก่ผู้ว่าจ้างภายในสามสิบ (30) วัน นับแต่วันที่งานนั้นๆ แล้วเสร็จ แต่ไม่ช้ากว่าวันตรวจทดสอบเพื่อรับงาน เมื่อผู้ว่าจ้างรับทราบหรือแก้และส่งแบบคืนให้ผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างต้องส่งต้นฉบับเขียนลงกระดาษเขียนแบบชนิดน้ำหนักไม่น้อยกว่า 100/105 กรัม/ต่อตารางเมตร หรือเป็นแบบพิมพ์ลงกระดาษซีเปียร์หนาชนิดใช้น้ำยาพร้อมแบบพิมพ์อีกสาม (3) ชุดและต้นฉบับแบบพิมพ์ที่ผู้ว่าจ้างรับทราบแล้วให้แก่ผู้ว่าจ้าง ผู้ว่าจ้างจึงจะชำระเงินงวดสุดท้ายให้ตามเงื่อนไขการชำระเงิน ขนาดของแบบให้ใช้เหมือนกับที่กำหนดสำหรับแบบใช้งาน

4.3 แบบสำหรับการไฟฟ้าท้องถิ่น ผู้รับจ้างต้องจัดทำและพิมพ์แบบตามที่การไฟฟ้าท้องถิ่นต้องการเพื่อใช้ในการตรวจและทดสอบอุปกรณ์และงานที่ผู้รับจ้างทำ

4.4 หนังสือคู่มือใช้และบำรุงรักษา ผู้รับจ้างต้องจัดรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ ประกอบด้วยวิธีใช้ วิธีบำรุงรักษา รายการอะไหล่และอื่นๆ เป็นภาษาไทยและ/หรือภาษาอังกฤษ และใช้ระบบเอสไอสำหรับอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ผู้รับจ้างนำมาใช้จำนวน (2) ชุด มอบให้แก่ผู้ว่าจ้างก่อนวันตรวจทดสอบเพื่อรับมอบงาน

5. เงื่อนไขเกี่ยวกับกฎและค่าธรรมเนียม

5.1 วัสดุ และอุปกรณ์ที่ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหา จะต้องเป็นของที่ออกแบบสำหรับระบบไฟฟ้าหรือระบบสื่อสารหรือระบบอื่นที่กำหนดทำขึ้นด้วยระดับฝีมือช่างที่ดีเป็นที่ยอมรับ เป็นของที่ถูกต้องตามข้อกำหนดความต้องการของผู้ว่าจ้าง เป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อนเป็นของที่หน่วยงานของรัฐบาลผู้มีความรับผิดชอบตามกฎหมาย เช่น การไฟฟ้าท้องถิ่น องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย ยินยอมให้ใช้และได้รับความยินยอม โดยผู้ว่าจ้างแล้ว ของเหล่านี้ต้องเป็นสิ่งผลิตมาตรฐานของผู้ทำ ซึ่งทำตามมาตรฐานของหน่วยงานมาตรฐานต่างๆ ที่ยอมรับกันทั่วไป เช่น

สมอ. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุสาหกรรม

- ANSI American National Standards Institute
- NEMA National Electrical Manufacturers Association
- UL Underwriters Laboratories, Inc.
- BSI British Standard Institute
- JEM Japanese Electrical Manufacturers Association
- JIS Japanese Industrial Standard Committee
- VDE Deutsches Institute Fur Normung
- IEC International Electromechanical Commission

วัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องเป็นของที่ได้รับการรับรอง (Type Approved) โดยสถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ เช่น UL (Underwriter Laboratiories, Inc.) สมอ, CSA. ยกเว้นวัสดุที่ได้รับความยินยอมให้ใช้ได้เป็นกรณีพิเศษ

5.2 ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติงานตามหลักวิชาทางช่างที่ดี และเป็นไปตามกฎข้อบังคับของการไฟฟ้าท้องถิ่น กฎข้อบังคับของท้องถิ่น ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า กฎข้อบังคับของ U.S. National Electrical Code (Ne Code), VDE, กฎของ IEC และกฎขององค์การโทรศัพท์/TOT โดยให้ปฏิบัติตามกฎที่ดีที่สุด ผู้รับจ้างต้องรับแก้ไขงานที่ผิดกฎดังกล่าวให้ถูกต้องโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น

5.3 การติดต่อกับหน่วยงานผู้มีความรับผิดชอบตามกฎหมายของรัฐบาล

5.3.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการติดต่อประสานงานกับการไฟฟ้าท้องถิ่นจนแล้วเสร็จสมบูรณ์ มีกระแสไฟฟ้าใช้งานได้ พร้อมมีเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าถาวร ดังนี้:-

- ให้การไฟฟ้าท้องถิ่นกำหนดแบบและวิธีการสำหรับการสร้างท่อร้อยสายแรงต่ำใต้ดินและบ่อพัก การเดินสายแรงต่ำใต้ดิน การปักเสาพาดสายไฟฟ้าแรงต่ำ การติดตั้งหม้อแปลง และงานอื่นๆ ตามที่จำเป็น ดังที่กำหนดในแบบ
- ให้การไฟฟ้าท้องถิ่นติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าถาวร (และชั่วคราวด้วยหากจำเป็น) รวมทั้งการตรวจและทดสอบอุปกรณ์และติดตั้ง จนกระทั่งจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ใช้งานได้ครบถ้วนก่อนวันตรวจและทดสอบ เพื่อตรวจรับมอบงานขั้นสุดท้าย

5.3.2 การติดต่อกับ TOT ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการติดต่อประสานงานกับ TOT จนงานแล้วเสร็จสมบูรณ์ ดังนี้

- ให้ TOT กำหนดแบบและวิธีการสำหรับการสร้างท่อร้อยสายโทรศัพท์ใต้ดินและบ่อพัก การปักเสา และงานอื่นๆ ตามที่จำเป็น ดังที่กำหนดในแบบ
- ให้ TOT ดำเนินการจัดหา และติดตั้งสายโทรศัพท์ เสา และวัสดุอุปกรณ์อื่นๆ ตามที่จำเป็น ดังที่กำหนดในแบบ

5.4 ค่าใช้จ่าย

5.4.1 ค่าธรรมเนียม ค่าตรวจ และค่าใช้จ่ายทุกชนิดที่เกี่ยวข้องกับการขยายเขตระบบไฟฟ้า/โทรศัพท์ ของสัญญานี้ เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง โดยถือว่ารวมอยู่ในค่าจ้างตามสัญญาแล้ว

5.4.2 ค่าธรรมเนียม ค่าตรวจ และค่าใช้จ่ายอื่นที่ต้องชำระให้แก่หน่วยงาน ผู้มีความรับผิดชอบตามกฎหมายของรัฐบาล เช่น องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย/TOT และอื่นๆ ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง โดยถือว่ารวมอยู่ในค่าจ้างตามสัญญาแล้ว

5.4.3 ค่าวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ ค่าแรง ค่าขนส่ง ค่าติดตั้ง ค่าตรวจอุปกรณ์ โดยการไฟฟ้าท้องถิ่นและหน่วยงานอื่นและค่าใช้จ่ายอื่นๆ ทุกชนิดที่ต้องใช้ในงานแล้วเสร็จสมบูรณ์ตามรายการและแบบผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ชำระเองทั้งสิ้นและถือเป็นค่าจ้างเหมาสำหรับงานตามรายการและแบบนี้

6. เงื่อนไขเกี่ยวกับการตรวจ การทดสอบ การอธิบาย การใช้งานของอุปกรณ์ และการตรวจรับงาน

6.1 ผู้รับจ้างจะจ่ายไฟเข้าในวงจร หรือระบบไฟฟ้าใด ๆ ได้เพียงเมื่อเป็นการทดสอบตามขั้นตอนในการปฏิบัติงานเท่านั้น การจ่ายไฟเข้าวงจรหรือระบบไฟฟ้าใด ๆ เพื่อประโยชน์อย่างอื่น จะต้องได้รับความยินยอมเป็นหนังสือจากผู้ว่าจ้างก่อนจึงจะทำได้ หากกระทำโดยไม่ได้รับความยินยอมจากผู้ว่าจ้างก่อน ถือเป็นการละเมิดสัญญาและผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อข้อเสียหาย หรือตามเงื่อนไขที่ระบุในสัญญา

6.2 การแจ้งต่อเจ้าหน้าที่รัฐบาลผู้มีอำนาจตามกฎหมายให้มาตรวจ และ/หรือทดสอบเพื่อขออนุญาตนั้นผู้รับจ้างต้องกระทำล่วงหน้าให้สมควรตามช่วงเวลา เพื่อให้งานดำเนินไปได้ทันตามกำหนด ถ้ามีความล่าช้าเนื่องจากข้อนี้ ผู้รับจ้างจะใช้เป็นข้ออ้างในการต่อเวลาทำงานมิได้

6.3 เมื่อผู้ว่าจ้างเห็นเป็นการเหมาะสม ผู้ว่าจ้างอาจจะเรียกร้องให้ผู้รับจ้างทดสอบเพียงบางส่วนของงานก่อนงานทั้งหมดแล้วเสร็จก็ได้ โดยผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหาพนักงานและเครื่องมือในการทดสอบและเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น การทดสอบตามขั้นตอนก่อนงานทั้งหมดแล้วเสร็จนี้ไม่ถือเป็นเงื่อนไขหรือข้อผูกมัดในการรับงานอย่างใด

6.4 เมื่องานแล้วเสร็จ ในการตรวจรับมอบ ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบอุปกรณ์ และทดลองการใช้งานของระบบไฟฟ้าและอื่น ๆ ตามกฎของท้องถิ่น และตามที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้ทดสอบและทดลอง เพื่อแสดงให้เห็นว่างานที่ทำถูกต้องตามรายการและแบบทุกประการ โดยต้องมีผู้แทนของผู้ว่าจ้างร่วมในการทดสอบและทดลองด้วย ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น

6.5 การฝึกอบรมและการชี้แจง

6.5.1 ผู้รับจ้างต้องฝึกอบรมพนักงานของผู้ว่าจ้าง ให้สามารถใช้งานและบำรุงรักษาทุกส่วนของระบบงานที่ผู้รับจ้างเป็นผู้ทำ

6.5.2 ในระบบงานที่ผู้รับจ้างเป็นผู้ทำ ถ้ามีวัสดุหรืออุปกรณ์ใดที่จะต้องส่งมอบให้เป็นสมบัติหรือส่งมอบให้ใช้ในการบำรุงรักษาแก่ผู้อื่นที่มิใช่ผู้ว่าจ้าง (เช่น การไฟฟ้าหรือ TOT) ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้รับมอบทราบถึงรายละเอียด ในการใช้งาน และการบำรุงรักษาของวัสดุหรืออุปกรณ์นั้นๆ

6.6 ป้ายชื่อ

ผู้รับจ้างต้องจัดทำป้ายชื่อติดที่ตู้แผงสวิตช์จ่ายไฟ บัสเวย์ ท่อร้อยสายเมน อุปกรณ์ต่างๆ หลอดไฟสัญญาณ สวิตช์พิเศษต่างๆ เครื่องวัดและอื่นๆ เพื่อแสดงชื่อและขนาดของอุปกรณ์ และการใช้งาน โดยใช้ภาษาไทย (และ/หรือภาษาอังกฤษ) และระบบเมตริกตามข้อความที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้ ป้ายชื่อ ให้ทำด้วยแผ่นพลาสติกและแกะสลักตัวอักษร ซึ่งเมื่อแกะแล้วจะเห็นตัวอักษรได้ชัดโดยไม่ต้องใช้สี หรือใช้ป้ายชนิดอื่นตามที่ผู้ว่าจ้างยินยอม ป้ายต้องยึดติดให้มั่นคงถาวร

6.7 การรับประกัน

6.7.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันเปลี่ยนและ/หรือแก้ไขวัสดุ อุปกรณ์ และแก้ไขงานตามความเห็นของผู้ว่าจ้างที่จำเป็นต้องให้ผู้รับจ้างทำ เพื่อให้วัสดุ อุปกรณ์ และงานเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้ว่าจ้าง กฎของการไฟฟ้าท้องถิ่นและกฎอื่น ๆ ที่กำหนดไว้ให้ปฏิบัติตาม รวมทั้งข้อผิดพลาดและสิ่งตกหล่นที่เกิดขึ้นเพราะผู้รับจ้างในการเสนอราคาซึ่งผู้ว่าจ้างตรวจพบ ไม่ว่าก่อนและ/หรือหลังการตรวจรับในระหว่างระยะเวลาการรับประกันผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนแก้ไขและ/หรือติดตั้งเพิ่มเติมตามที่ผู้ว่าจ้างสั่งโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ จากผู้ว่าจ้างทั้งสิ้นหากผู้รับจ้างไม่เริ่มดำเนินการตามที่ได้รับแจ้งภายในระยะเวลาที่กำหนดไว้ในสัญญา ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ จ้างผู้อื่นหรือดำเนินการเอง แล้วคิดเงินจากผู้รับจ้างสำหรับค่าใช้จ่ายทุกชนิด

6.7.2 ผู้รับจ้างต้องรับประกันแก้ไขงานที่ไม่ถูกต้อง เปลี่ยนวัสดุ และอุปกรณ์ที่เสีย และเสื่อมคุณภาพ ตามระยะเวลาการรับประกันที่กำหนดไว้ในสัญญา หรือกรณีที่ระยะเวลารับประกันของผู้ขายอุปกรณ์เสนอไว้สูงกว่า ให้ใช้ระยะเวลารับประกันของผู้ขาย โดยนับแต่วันที่ผู้ว่าจ้างรับมอบงานหรือนับแต่วันที่ผู้ว่าจ้างเริ่มใช้งานประจำโดยถือวันที่กำหนดก่อนเป็นเกณฑ์ หลอดไฟฟ้าทุกชนิดให้รับประกันเพียงเฉพาะในกรณีหลอดเสียก่อนหมดอายุการใช้งาน (Average Life) แต่ไม่เกินเก้าสิบ (90) วัน สำหรับหลอดมีไส้ธรรมดาและสามร้อยหกสิบห้า (365) วัน สำหรับหลอดใช้แก๊ส เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดแสงจันทร์ เป็นต้น หากผู้รับจ้างไม่เริ่มแก้ไข และดำเนินการให้เสร็จโดยเร็วแล้วผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะดำเนินการเองแล้วคิดค่าใช้จ่ายจาก ผู้รับจ้างทั้งสิ้น

หมวดที่ 03 ระบบไฟฟ้าและรหัสสี

1. ระบบไฟฟ้า

1.1 ระบบไฟฟ้าแรงสูง ให้ใช้ตามระบบที่การไฟฟ้าท้องถิ่นกำหนด

1.2 ระบบไฟฟ้าแรงต่ำ สำหรับเขตการจ่ายไฟฟ้าโดยการไฟฟ้านครหลวงให้ใช้ระบบ 416/240 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ตซ์ สำหรับเขตการจ่ายไฟฟ้าโดยการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคให้ใช้ระบบ 400/230 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย50 เฮิร์ตซ์

1.3 ระบบสีของสายไฟและบัสบาร์

1.3.1 ระบบไฟฟ้า 380/220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย ให้ใช้ระบบสีดังนี้

สายเฟส, A, L1	ใช้สีน้ำตาล
สายเฟส, B, L2	ใช้สีดำ
สายเฟส, C, L3	ใช้สีเทา
สายศูนย์, N	ใช้สีฟ้า
สายดิน, PE	ใช้สีเขียวแถบเหลืองหรือใช้สายทองแดงเปลือย

1.3.2 ระบบไฟฟ้า 220 โวลต์ 1 เฟส 2 สาย ให้ใช้ระบบสีดังนี้

สายเฟส, L	ใช้สีน้ำตาล
สายศูนย์, N	ใช้สีฟ้า
สายดิน, PE	ใช้สีเขียวแถบเหลืองหรือใช้สายทองแดงเปลือย

1.3.3 สายขนาดใหญ่และสายอื่นที่มีทำเฉพาะสีเดียว ให้ใช้ได้แต่ต้องใช้ปลอกยางสวมมีสีตามมาตรฐาน ทำเครื่องหมายที่สายไฟทุกแห่งที่มีการต่อสาย และตำแหน่งต่อเข้าขั้วของอุปกรณ์ไฟฟ้า

1.3.4 บัสบาร์ (Bus bar) ให้ทาสีหรือเทปสีตามระบบสีดังกล่าวข้างต้น

1.4 มาตรฐานระบบสีของงานท่อร้อยสาย กล่องดึงสาย ต่อสาย ให้ใช้สีตามที่กำหนดนี้ หากต้องเปลี่ยนแปลงแก้ไขเป็นอย่างอื่นต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

1.4.1	ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ไฟฟ้ากำลังทั่วไป	:	สีส้ม	:	EE
1.4.2	ระบบไฟฟ้าสำรองฉุกเฉิน	:	สีเหลือง	:	EMR
1.4.3	ระบบโทรศัพท์	:	สีเขียว	:	TEL
1.4.4	ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้อัตโนมัติ	:	สีแดง	:	FAS
1.4.5	ระบบสายอากาศทีวี	:	สีดำ	:	TV
1.4.6	ระบบเสียง	:	สีขาว	:	PA
1.4.7	ระบบควบคุม	:	สีฟ้า	:	BMS
1.4.8	ระบบสายคอมพิวเตอร์	:	สีเทา	:	COM
1.4.9	ระบบควบคุมการเข้า-ออกประตู	:	สีน้ำตาล	:	ACS

หมวดที่ 04 การต่อลงดิน (Grounding System)

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้ง รวมถึงการทดสอบ การต่อลงดินระบบไฟฟ้าและการต่อลงดินสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยเป็นไปตามมาตรฐาน วสท. และ IEC

1.2 ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้ง รวมถึงการทดสอบ ข่ายอ้างอิงสัญญาณ(Signal Reference Ground Grid) ใต้พื้นยกในห้อง Mockup Lab, ห้อง Remote Equipment และห้อง Remote Aerodrome

1.3 ระบบไฟฟ้าซึ่งมีแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ 50 โวลท์ ขึ้นไป ต้องต่อลงดิน

2. อุปกรณ์และการติดตั้ง

2.1 หลักดิน (Grounding Electrode)

2.1.1 หลักดินชนิดแท่งเหล็กหุ้มทองแดง (Copper Clad Steel Ground Rod) กลมมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15.87 มม. (5/8 นิ้ว) มีความยาวไม่น้อยกว่า 3,000 มม. ในกรณีที่ต้องการปักหลักดินให้ลึกกว่า 2,400 มม. อาจจะใช้หลักดินที่มีขนาดความยาวต่างๆ ได้ โดยใช้ข้อต่อแบบมีเกลียวต่อให้ได้ความยาวตามต้องการ ที่ยึดสายดินเข้ากับหลักดินต้องทำด้วยโลหะที่ไม่ผุกร่อน และไม่มีปฏิกิริยาที่เรียกว่า Galvanic Action กับสายดิน ทองแดงที่ใช้หุ้มต้องมีความบริสุทธิ์ 98% และต้องมีความหนาของทองแดงที่หุ้มไม่น้อยกว่า 0.25 มม.หลักดินจะต้องฝังลงไปในดินตามแนวดิ่ง โดยส่วนบนของหลักดินต้องอยู่ต่ำจากระดับดินไม่น้อยกว่า 30 ซม. และต้องห่างจากผนังอาคารไม่น้อยกว่า 60 ซม.

2.1.2 ความต้านทานการต่อลงดิน (Grounding Resistance) ของระบบจะต้องมีค่าไม่เกิน 5 โอหม์ หากเกินกว่านี้จะต้องตอกหลักดินเพิ่มและต่อเชื่อมกับหลักดินเดิมจนกว่าจะได้ค่าตามที่กำหนด โดยหลักดินที่ตอกเสริมจะต้องอยู่ห่างจากหลักดินอันแรกไม่น้อยกว่า 1.80 เมตร

2.1.3 ต้องมีจุดตรวจและทดสอบหลักดินหรือสายดิน เป็นบ่อคอนกรีตขนาดกว้าง 40 ซม. ยาว 40 ซม. ฝาบ่อเป็นโลหะหน้าไม่น้อยกว่า 6 มม. ทาสีกันสนิม 2 ชั้น

2.2 สายดินของระบบไฟฟ้า (System Ground) เป็นการต่อลงดินของระบบไฟฟ้า เพื่อให้อุปกรณ์ป้องกันในระบบไฟฟ้าสามารถทำงานได้อย่างเหมาะสม

2.2.1 หากไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างหนึ่งอย่างใด ต้องต่อลงดินระบบไฟฟ้าจุด Neutral ของหม้อแปลงไฟฟ้าลงดินแบบ TN-C-S ตามมาตรฐาน IEC

2.2.2 สายดินของระบบไฟฟ้าต้องใช้สายชนิดทองแดงเท่านั้น ขนาดเป็นไปตามที่แสดงในแบบและตามมาตรฐาน วสท.

2.2.3 ต้องมีจุดลงดินที่แผงเมนจ่ายไฟฟ้า เพียงจุดเดียวเท่านั้น ยกเว้น ถ้าหม้อแปลงไฟฟ้าเป็นแบบติดตั้งภายนอกอาคาร ต้องมีจุดลงดินเพิ่มที่หม้อแปลงอีก 1 จุด

2.2.4 การต่อเชื่อมสายดินเข้ากับหลักดินให้ใช้วิธีการ Exothermal Welding

2.3 สายดินสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า (Equipment Grounding) เป็นการต่อเปลือกนอกหรือส่วนที่เป็นโลหะของวัสดุอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้า เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานอุปกรณ์เมื่ออุปกรณ์เกิดการขัดข้อง

2.3.1 อุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าที่ต้องการมีต่อเปลือกนอกหรือส่วนที่เป็นโลหะลงดิน ได้แก่ หม้อแปลงไฟฟ้า, Switchgears, Distribution Boards, Panel Boards, Circuit Breakers, Safety Switches, Busway, Machine Frames, Steel Supports, Cable Trays, Wire Ways, Junction Boxes, Pull Boxes, Outlet Boxes, ท่อร้อยสายและส่วนที่เป็นโลหะอื่นๆ ในระบบไฟฟ้าที่ผู้ควบคุมงานได้พิจารณาแล้วเห็นควรต่อลงดินโดยขนาดของสายดินสำหรับอุปกรณ์ต่างๆ จะต้องเป็นไปตามที่กำหนดในแบบและไม่น้อยกว่าขนาดในตารางที่ระบุไว้ใน วสท.

2.3.2 ห้ามใช้ท่อร้อยสาย หรือรางเดินสายเป็นสายดิน นอกจากระบุไว้เป็นอย่างอื่น

2.3.3 การต่อสายดินกับเปลือกวัสดุอุปกรณ์ต้องใช้หางปลาทองแดงหรือสลักเกลียว ขนาดที่เหมาะสมกับสายเท่านั้น

2.3.4 สายดินต้องอยู่ห่างตัวนำล่อฟ้าไม่น้อยกว่า 1.80 เมตร

2.3.5 สาย Neutral และสายดิน จะต่อเข้าด้วยกันที่แผงประธานเท่านั้น

2.3.6 สำหรับระบบ ข่ายอ้างอิงสัญญาณ (Signal Reference Ground Grid) ให้ใช้แถบทองแดงเปลือย ขนาดไม่น้อยกว่า 25มม. X 3มม. ระยะห่างระหว่างตัวนำ ไม่เกิน 0.60ม. โดยแถบทองแดงเปลือย ต้องมีความบริสุทธิ์ ไม่น้อยกว่า 98%

2.4 การเชื่อม (Welding)

2.4.1 การเชื่อมระหว่างสายดินกับสายดิน สายดินกับหลักดิน สายดินกับหลักล่อฟ้าให้ใช้วิธี Exothermic Welding เท่านั้น เว้นแต่ในกรณีที่จำเป็นให้ใช้วิธีต่อโดย Compressed Connection ตามความเห็นของผู้ควบคุมงาน

2.4.2 การเชื่อมระหว่างสายดินทองแดงกับเหล็กโครงสร้างให้เชื่อมด้วยวิธี Exothermic Welding เว้นแต่กรณีจำเป็นสามารถใช้วิธีเชื่อมกับทองเหลืองโดยใช้แก๊ส (Blazing) ตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

2.4.3 การเชื่อมระหว่างสายดิน ซึ่งใช้เหล็กเสริมของโครงสร้างอาคาร ให้เชื่อมโดยใช้เครื่องเชื่อมไฟฟ้า (Arc Welding)

3. การทดสอบ

3.1 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบความต้านทานการต่อลงดินของหลักดิน

3.2 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบความต่อเนื่องของสายดินระบบไฟฟ้า และสายดินสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า

3.3 การทดสอบต้องกระทำต่อหน้าวิศวกรควบคุมงานหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง พร้อมทำรายงานผลการทดสอบ ส่งมอบให้ผู้ว่าจ้าง

หมวดที่ 05 ท่อร้อยสาย ทางเดินสาย และกล่องดึงสาย

1. ท่อร้อยสาย

1.1 คุณสมบัติและส่วนประกอบ

1.1.1 ท่อร้อยสายโลหะต้องทำด้วยโลหะเหล็ก มีลักษณะกลม ผิวเรียบไม่มีตะเข็บ ป้องกันสนิมโดยกรรมวิธี Hot Dip Galvanized ทั้งภายนอกและภายใน ซึ่งอาจใช้กรรมวิธีการทำให้กลมก่อนจึงชุบสังกะสีหรือใช้เหล็กที่ชุบสังกะสีแล้วนำมาทำให้กลมก็ได้

1.1.2 ท่อร้อยสายไฟฟ้าโลหะต้องได้รับมาตรฐาน มอก. 770-2533

1.1.3 ท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing ; EMT) ใช้เพื่อร้อยสายไฟฟ้าซึ่งติดตั้งเดินลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 15 มม. (1/2") ถึง 50 มม. (2")

1.1.4 ท่อโลหะหนาปานกลาง (Intermediate Metallic Conduit ; IMC) สามารถใช้ได้เช่นเดียวกับท่อ EMT และใช้เพื่อติดตั้งฝังในคอนกรีต ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 15 มม. (1/2") ถึง 100 มม. (4")

1.1.5 ท่อโลหะหนา (Rigid Steel Conduit ; RSC) สามารถใช้แทนท่อEMT และIMC และให้ใช้เพื่อการร้อยสายไฟฟ้าในพื้นที่อันตราย ใช้ในพื้นที่ซึ่งต้องการความแข็งแรงทนทานสูง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 15 มม. (1/2") ถึง 150 มม. (6")

1.1.6 ท่อร้อยสายโลหะชนิดอ่อน (Flexible Metallic Conduit) ใช้เพื่อร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ที่มีการสั่นสะเทือน หรือเคลื่อนไหว เช่นต่อเข้าดวงโคม มอเตอร์ ท่อและอุปกรณ์ประกอบท่อต้องเคลือบด้วยสังกะสีทั้งผิวด้านใน และด้านนอกเพื่อป้องกันการผุกร่อน และท่อร้อยสายโลหะชนิดอ่อนแบบป้องกันน้ำซึ่งใช้ในสถานที่ชื้นแฉะหรืออาจเปียกน้ำได้ ต้องม้วนท่อด้วยกรรมวิธี Flexible Interlocked, Double-Wrapped และมีเปลือกนอก PVC กันน้ำหุ้มทับอีกชั้นหนึ่ง

1.1.7 อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อเช่น Coupling, Connector, Lock Nut, Bushing และอุปกรณ์ประกอบการติดตั้งอื่นๆ ต้องเป็นวัสดุที่ทนต่อการผุกร่อน

1.1.8 การต่อท่อร้อยสายชนิดบางให้ใช้ข้อต่อแบบขันด้วยสกรู และต้องใช้แบบ Compression Fitting สำหรับการใช้งานในพื้นที่เปียกชื้นหรือพื้นที่ซึ่งเดินท่อลอย

1.1.9 ท่อร้อยสายอโลหะชนิด PVC หรือ UPVC ต้องมีคุณสมบัติและได้รับมาตรฐาน ตาม มอก.216-2524 สำหรับใช้งานในระบบไฟฟ้า โดยทั่วไปให้ใช้เพื่อการเดินสายฝังดิน นอกจากในแบบได้กำหนดหรือระบุไว้เป็นอย่างอื่น ต้องมีอุปกรณ์ประกอบ เช่น Fitting, Connector, Elbow, Bushing ฯลฯ ที่ทำขึ้นเฉพาะสำหรับงานท่อ PVC อย่างครบถ้วน

1.1.10 ท่อร้อยสายอโลหะชนิด HDPE ต้องมีคุณสมบัติและได้รับมาตรฐาน ตาม มอก.982-2533 สำหรับใช้งานในระบบไฟฟ้า โดยทั่วไปให้ใช้เพื่อการเดินสายฝังดิน

1.2 การติดตั้งท่อร้อยสาย

1.2.1 ไม่ให้มีการติดตั้งท่อร้อยสายฝังหรือซ่อนในผนังตามแนวนอน ยกเว้นในบริเวณที่อยู่ใต้หน้าต่าง ช่องเปิด หรือบริเวณซึ่งมีวัสดุที่ไม่สามารถเดินท่อในแนวดิ่งได้

1.2.2 การเดินท่อในฝ้าเพดานต้องเดินชิดท้องพื้น หากระยะท้องพื้นและฝ้าเพดานสูงเกินกว่า 2 เมตร อนุญาตให้เดินท่อที่ระดับเหนือฝ้าได้แต่ต้องชิดฝ้าไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร

1.2.3 ท่อ EMT ให้ใช้ติดตั้งเดินลอยได้เฉพาะในอาคารซึ่งแห้งและไม่รับแรงทางกล ใช้เดินซ่อนในฝ้าเพดาน ในผนังที่แห้ง ไม่ให้ใช้กับงานภายนอกอาคาร ฝังในคอนกรีต ฝังดิน ฝังในพื้น ในพื้นที่เปียกชื้น และไม่ให้ใช้สำหรับการร้อยสายไฟฟ้าที่มีแรงดันเกินกว่า 480 โวลท์

1.2.4 ท่อโลหะอ่อนชนิดธรรมดาให้ใช้สำหรับงานติดตั้งในฝ้าเพดานในอาคาร เช่นโคมไฟฟ้าต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 15 มม. และต้องไม่ยาวเกินกว่า 2.00 เมตร

1.2.5 ท่อโลหะอ่อนที่ใช้สำหรับต่อเข้ากับอุปกรณ์อื่นๆเช่น มอเตอร์ เครื่องจักร ฯลฯ และใช้สำหรับจุดเชื่อมต่อโครงสร้างอาคาร ต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ ขนาดไม่เล็กกว่า 20 มม. (3/4") ความยาวไม่เกิน 1.20 เมตร และไม่สั้นน้อยกว่า 0.60 เมตร

1.2.6 การเดินท่อร้อยสายจะต้องเดินในแนวขนานและตั้งฉากกับแนวผนังอาคารเท่านั้น การยึดท่อร้อยสายไฟฟ้าเส้นเดี่ยวทั่วไปกับเพดานหรือผนังให้ใช้แคลมป์ตัว U และท่อที่เดินคู่ขนานกันตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไป ต้องติดตั้งด้วยราง C และแคลมป์ประกับ การจัดแนวท่อและกล่องพักสายต้องจัดทำอย่างเป็นระเบียบ

1.2.7 ท่อ PVC และ HDPE ให้ใช้สำหรับการเดินท่อร้อยสายฝังดินภายนอกอาคาร

1.2.8 ท่อซึ่งเดินฝังดินจะต้องมีเครื่องหมายบอกแนวสายไฟฟ้าและความลึกของท่อ โดยต้องมีเครื่องหมายแสดงทุกระยะ 30 เมตร

1.2.9 ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อก่อนทำการติดตั้ง

1.2.10 การดัดงอท่อ สามารถทำได้สำหรับท่อที่มีขนาดไม่ใหญ่กว่า 65 มม. และห้ามดัดเป็นมุมแคบกว่า 90 องศา รัศมีความโค้งของท่อต้องไม่น้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของท่อ ช่วงท่อระหว่างกล่องต่อสายที่ติดกันต้องมีการดัดงอท่อโค้งไม่เกิน 4 โค้งขนาดเทียบเท่า 90 องศา หรือรวมกันไม่เกิน 360 องศา การดัดท่อต้องกระทำโดยช่างผู้ชำนาญการ และใช้เครื่องมือสำหรับการดัดท่อเท่านั้น

1.2.11 ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ ทุกระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

1.2.12 การติดตั้งท่อจะต้องเรียบร้อยเสียก่อนจึงจะอนุญาตให้ร้อยสายไฟฟ้าได้ ต้องมี Bushing กันบาดสายและ Compound ช่วยเพื่อความสะดวกในการดึงสาย ห้ามร้อยสายไฟฟ้าในขณะที่กำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น

1.2.13 ท่อร้อยสายซึ่งเดินทะลุผ่านพื้นผนังต้องฝัง Sleeve ไว้ก่อน

1.2.14 ท่อซึ่งใช้ฝังในดินให้ใช้ชนิดท่อโลหะหนาปานกลาง IMC และต้องทาผิวนอกด้วย ฟลิ้นท์โค้ท 3 ครั้ง และทิ้งให้แห้งก่อนจึงใช้ติดตั้งฝังในดินได้ และทุกจุดที่ต่อท่อต้องพันด้วยเทปและทาทับด้วย ฟลิ้นท์โค้ท

1.2.15 ท่อร้อยสายจะต้องต่อถึงกันทางไฟฟ้าตลอดแนวจากปลายทางถึงแผงจ่ายไฟฟ้า และจะต้องตรวจสอบความต่อเนื่องทางไฟฟ้าหลังการติดตั้งแล้วเสร็จ

1.2.16 ท่อไฟฟ้าจะต้องถูกตรึงอย่างมั่นคง กับกล่องโลหะด้วย Lock-nut และ Bushing

2. **รางเดินสาย** (Wireways)

2.1 คุณสมบัติและส่วนประกอบ

2.1.1 รางเดินสาย ข้อต่อและอุปกรณ์ประกอบ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน ที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ ต้องผลิตสอดคล้องตามมาตรฐาน วสท. หรือ BS4678 (Class 2)

2.1.2 รางเดินสายต้องทำจากโลหะเหล็กความหนา 1.0, 1.2 และ 1.6 มม. ตามขนาดของราง พับขึ้นรูปมีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยม มีฝาปิดด้านบนประกอบเข้ากับรางด้วยสกรูหรือบานพับ ผนังของราง จุดต่อรางและจุดต่อเลี้ยว ต้องไม่มีส่วนคมที่จะบาดสายในระหว่างการติดตั้ง

2.1.3 เคลือบผิวป้องกันสนิมและการผุกร่อนด้วยกรรมวิธี ดังนี้

2.1.3.1 การเคลือบสี โดยกรรมวิธี ล้างทำความสะอาดแผ่นเหล็กด้วย Zinc Phosphate และพ่นทับด้วยสีฝุ่น และอบด้วยความร้อน โดยทั่วไปให้ใช้เพื่อการติดตั้งในฝ้าเพดานในอาคาร และไม่เปียกชื้น

2.1.3.2 การชุบด้วยสังกะสี โดยกรรมวิธีจุ่มร้อน (Hot Dip Galvanized) โดยทั่วไปให้ใช้เพื่อการติดตั้งในพื้นที่เปิดโล่งในอาคาร หากติดตั้งภายนอกอาคารหรือที่เปียกชื้น ต้องมีรูปแบบที่สามารถป้องกันน้ำได้

2.1.4 มีความยาวขนาดมาตรฐาน 2.40 เมตร และ 3.00 เมตร มีขนาดความกว้าง x สูง และความหนาของเหล็กดังนี้

2.1.4.1	แบบที่ 1	50x50	มม.	ความหนา	1.0	มม.
2.1.4.2	แบบที่ 2	50x100	มม.	ความหนา	1.0	มม.
2.1.4.3	แบบที่ 3	100x100	มม.	ความหนา	1.2	มม.
2.1.4.4	แบบที่ 4	100x150	มม.	ความหนา	1.2	มม.
2.1.4.5	แบบที่ 5	100x200	มม.	ความหนา	1.6	มม.
2.1.4.6	แบบที่ 6	150x200	มม.	ความหนา	1.6	มม.
2.1.4.7	แบบที่ 7	100x300	มม.	ความหนา	1.6	มม.
2.1.4.8	แบบที่ 8	150x300	มม.	ความหนา	1.6	มม.

2.1.5 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบรางจากผู้ผลิตรายเดียวกัน โดยครบถ้วนดังนี้

2.1.5.1 ข้อต่อรอง (Fitting)

2.1.5.2 ข้อต่อตรงปรับระยะได้ (Telescope Fitting)

2.1.5.3 ข้อต่อฉาก (90 Elbow)

2.1.5.4 ข้อต่อฉากกว้าง (90 Sweep Elbow)

2.1.5.5 ข้อต่อสามทาง (Tee)

2.1.5.6 ข้อต่อกากบาท (Cross Junction Box)

2.1.5.7 ข้อโค้ง 22.5 องศา (22.50 Elbow)

2.1.5.8 ข้อโค้ง 45 องศา (45 Elbow)

2.1.5.9 ข้อต่อแปลน (Flange Adaptor Fitting)

2.1.5.10 แผ่นปิดท้ายราง (Closing Plate)

2.1.5.11 ห้ามใช้อุปกรณ์ประกอบที่ใช้หรือดัดแปลงขึ้นเอง

2.2 การติดตั้งรางเดินสาย

2.2.1 อนุญาติให้ใช้รางเดินสายได้เฉพาะการติดตั้งในที่เปิดโล่ง ไม่มีฝ้าเพดาน ซึ่งสามารถเข้าทำการตรวจสอบและบำรุงรักษาได้ตลอดตามความยาวของราง

2.2.2 รางเดินสายและอุปกรณ์จับยึดต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะไม่เสียรูปทรงภายหลังการติดตั้งและบรรจุสายไฟฟ้าแล้ว

2.2.3 ห้ามใช้รางเดินสายในบริเวณที่อาจเกิดความเสียหายทางกายภาพ ในบริเวณที่มีไอที่ทำให้ผุกร่อน หรือในบริเวณอันตราย นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น

2.2.4 พื้นที่หน้าตัดของตัวนำและฉนวนทั้งหมดรวมกันต้องไม่เกินร้อยละ 20 ของพื้นที่หน้าตัดภายในรางเดินสาย

2.2.5 สายไฟแกนเดียวของวงจรเดียวกันรวมทั้งสายดิน ต้องวางเป็นกลุ่มเดียวกันแล้วมัดรวมเข้าด้วยกัน ขนาดกระแสของสายในรางเดินสายให้ใช้ค่ากระแสตามมาตรฐาน วสท. หากตัวนำที่มีกระแสไหลรวมกันเกิน 30 เส้น ต้องใช้ตัวคูณลดการนำกระแสตามมาตรฐาน วสท.

2.2.6 จุดปลายรางเดินสายต้องปิด ด้วยอุปกรณ์ตามมาตรฐานของผู้ผลิต

2.2.7 รางเดินสายต้องจับยึดอย่างมั่งคง แข็งแรงทุกระยะไม่เกิน 1.50 เมตร หากจุดจับยึดห่างมากกว่า 1.50 เมตร ต้องได้รับการเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน แต่ต้องไม่เกินกว่า 3.00 เมตร ทุกกรณี

2.2.8 รางเดินสายในแนวดิ่งต้องจับยึดอย่างมั่งคงแข็งแรงทุกระยะไม่เกิน 4.50 เมตร ห้ามมีจุดต่อเกิน 1 จุดในแต่ละระยะจับยึด จุดจับยึดต้องห่างจากปลายรางเดินสายไม่เกิน 0.50 เมตร

2.2.9 ห้ามต่อรางเดินสายตรงจุดที่ผ่านผนังหรือพื้น

2.2.10 อนุญาตให้ต่อสายเฉพาะในส่วนที่สามารถเปิดออกและเข้าถึงได้สะดวกตลอดเวลาเท่านั้น และพื้นที่หน้าตัดของตัวนำและฉนวนรวมทั้งหัวต่อสายรวมกันแล้วต้องไม่เกินร้อยละ 75 ของพื้นที่หน้าตัดภายในของรางเดินสาย ณ จุดต่อสาย

2.2.11 ห้ามใช้รางเดินสายเป็นตัวนำสำหรับต่อลงดิน

2.2.12 ในรางเดินสายตรงตำแหน่งที่ต้องมีการดัด งอสาย เช่น ปลายทาง ตำแหน่งที่มีท่อร้อยสายเข้า-ออกรางเดินสาย ต้องจัดให้มีที่ว่างสำหรับดัดงอสายอย่างเพียงพอและมีการป้องกันไม่ให้มีส่วนคมที่อาจบาดสายได้

2.2.13 การเดินสายในแนวดิ่งต้องมีอุปกรณ์เสริม เพื่อการจับยึดสายภายในรางทุกระยะไม่เกิน 1.00 เมตร

2.2.14 ห้ามใช้รางเดินสาย ติดคว่ำลงโดยฝาเปิดอยู่ด้านล่างของราง

2.2.15 รางเดินสายต้องต่อลงดิน และมีความต่อเนื่องถึงกันโดยสมบูรณ์

2.2.16 น๊อตและสกรู ที่ใช้ยึดต่อส่วนประกอบต่างๆ ของรางจะต้องไม่มีส่วนที่ยื่นยาว ซึ่งจะบาดทำให้เปลือกเสียหายได้

3. รางเคเบิล

3.1 คุณสมบัติและส่วนประกอบ

3.1.1 รางเคเบิลต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ และต้องผลิตสอดคล้องตามมาตรฐาน วสท.

3.1.2 ต้องทำจากเหล็กมีความแข็งแรงมั่นคง กำหนดให้ใช้แบบ Tray และแบบ Ladder สามารถรับน้ำหนักสายทั้งหมดที่ติดตั้ง และไม่มีส่วนคมที่อาจทำให้ฉนวนและเปลือกสายเสียหาย

3.1.3 ผนังด้านข้างของรางต้องเป็นแบบทึบ รางเคเบิลแบบ Tray ให้ใช้แบบด้านล่างมีช่องระบายความร้อน รางเคเบิลแบบ Ladder ด้านล่างเป็นรางเปิด โดยมีขั้นบันได (Rung) ขอบมน ทุกระยะ 30 ซม.

3.1.4 ต้องมีการป้องกันการผุกร่อนอย่างใดอย่างหนึ่งด้วยกรรมวิธีดังนี้

3.1.4.1 การเคลือบสี โดยกรรมวิธีล้างทำความสะอาดแผ่นเหล็กด้วย Zinc Phosphate และพ่นทับด้วยสีฝุ่น และอบด้วยความร้อน โดยทั่วไปให้ใช้ได้เพื่อการติดตั้งภายในฝ้าเพดานในอาคาร และไม่เปียกชื้น

3.1.4.2 การชุบด้วยสังกะสี โดยกรรมวิธีจุ่มร้อน (Hot Dip Galvanized) ความหนาการชุบสังกะสีไม่น้อยกว่า 55-65 uM โดยทั่วไปให้ใช้เพื่อการติดตั้งในพื้นที่เปิดโล่งในอาคาร และภายนอกอาคาร

3.1.5 มีความยาวขนาดมาตรฐาน 2.40 เมตร และ 3.00 เมตร มีขนาดความสูงของราง 100 และ150. มม. มีขนาดความกว้างมาตรฐานของรางมีขนาด 300, 450, 600, 750 และ900 มม. และความหนาของเหล็กไม่น้อยกว่า 2.00 มม.

3.1.6 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบราง จากผู้ผลิตรายเดียวกัน โดยครบถ้วนดังนี้

- ข้อต่อตรงเปลี่ยนขนาด
- ข้อต่อฉาก, ข้อต่อฉากกว้าง
- ข้อต่อสามทาง
- ข้อต่อกากบาท (สี่ทาง)
- ข้อต่อแปลน
- แผ่นปิดท้ายราง
- ห้ามใช้อุปกรณ์ประกอบที่ดัดแปลงขึ้นเอง

3.2 การติดตั้งรางเคเบิล

3.2.1 รางเคเบิลต้องติดตั้งในที่เปิดเผยและเข้าถึงได้ และมีที่ว่างเพียงพอที่จะปฏิบัติงานบำรุงรักษาได้สะดวก

3.2.2 รางเคเบิลและอุปกรณ์จับยึดต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะไม่เสียรูปทรงภายหลังการติดตั้งและบรรจุสายไฟฟ้าแล้ว

3.2.3 ห้ามใช้รางเคเบิลบริเวณที่อาจเกิดความเสียหายทางกายภาพ ในบริเวณที่มีไอที่ทำให้ผุกร่อน หรือในบริเวณอันตราย นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น

3.2.4 ขนาดกระแสของสายในรางเคเบิลให้ใช้ค่ากระแสตามมาตรฐาน วสท. โดยเคร่งครัด การใช้สายเคเบิลแกนเดี่ยวต้องเดินรวมกันและมัดสายเข้าด้วยกันเป็นกลุ่มวงจรและต้องมัดหรือยึดสายให้ติดกับตัวรางอย่างมั่นคง

3.2.5 จุดปลายรางเคเบิลต้องมีอุปกรณ์ปิดปลายราง

3.2.6 รางเคเบิลต้องจับยึดอย่างมั่นคง แข็งแรงทุกระยะไม่เกิน 1.50 เมตร หากจุดจับยึดห่างมากกว่า 1.50 เมตร ต้องได้รับการเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน แต่ต้องไม่เกินกว่า 3.00 เมตร ทุกกรณี

3.2.7 รางเคเบิลในแนวดิ่งต้องจับยึดอย่างมั่นคงแข็งแรงทุกระยะไม่เกิน 4.50 เมตร ห้ามมีจุดต่อเกิน 1 จุด ในแต่ละระยะจับยึด จุดจับยึดต้องห่างจากปลายรางเคเบิลไม่เกิน 1.50 เมตรด้วย

3.2.8 ห้ามต่อรางเคเบิลตรงจุดที่ผ่านผนังหรือพื้น

3.2.9 อนุญาตให้ต่อสายเฉพาะในบริเวณที่เข้าถึงได้สะดวกเท่านั้น การต่อสายจะต้องทำให้ถูกต้องตามกรรมวิธี ทั้งนี้จุดต่อสายต้องอยู่ภายในราง และต้องไม่สูงเลยขอบด้านข้างของราง

3.2.10 ห้ามใช้รางเคเบิลเป็นตัวนำสำหรับต่อลงดิน

3.2.11 ในรางเคเบิลตรงตำแหน่งที่ต้องมีการดัด งอสาย เช่น ปลายทาง ตำแหน่งที่มีท่อร้อยสายเข้า-ออกราง เคเบิลต้องจัดให้มีที่ว่างสำหรับดัดงอสายอย่างเพียงพอและมีการป้องกันไม่ให้มีส่วนคมที่อาจบาดสายได้

3.2.12 รางเคเบิลต้องต่อลงดิน ต้องมีความต่อเนื่องทั้งทางกลและไฟฟ้าถึงกันโดยสมบูรณ์

3.2.13 น๊อตและสกรู ที่ใช้ยึดต่อส่วนประกอบต่างๆ ของรางจะต้องไม่มีส่วนที่ยื่นยาว หรือส่วนที่แหลมคม ซึ่งจะบาดทำให้เปลือกเสียหายได้

4. กล่องดึงสายและกล่องต่อสาย

4.1 คุณสมบัติและส่วนประกอบ

4.1.1 กล่องต่อสาย (Junction Box) และกล่องดึงสาย (Pull Box) สำหรับการร้อยสายวงจรย่อยทั่วไปภายในอาคารและไม่เปียกชื้นต้องทำด้วยเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มม. ฉาบสังกะสีซึ่งสามารถป้องกันสนิมและการผุกร่อนได้ดี มีจุดเตรียมเพื่อการต่อกับท่อร้อยสาย สำหรับสายวงจรย่อยภายนอกอาคารและที่เปียกชื้นต้องใช้กล่องโลหะชนิดทำที่ด้วยโลหะผสมปลอดสนิมยึดต่อกับท่อด้วยเกลียว

4.1.2 กล่องสำหรับการใช้งานวงจรย่อยทั่วไปที่ใช้กับท่อขนาดไม่เกิน 25 มม. หรือสำหรับการเดินสายขนาดไม่เกิน 10 ตร.มม. ให้ใช้กล่องโลหะขนาดมาตรฐาน 100 มม.x100 มม.ลึกไม่น้อยกว่า 38 มม.

4.1.3 กล่องสำหรับการใช้งานเพื่อติดตั้งสวิทช์และเต้ารับไฟฟ้าต้องใช้กล่องต่อสายที่มีขนาดกว้างและสูงอย่างเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์นั้นๆ และมีขนาดลึกไม่น้อยกว่า 50 มม. หากสวิทช์มีจำนวนมากห้ามมิให้ใช้กล่องต่อสายกล่องต่อสายขนาดเล็กหลายๆ กล่องมาต่อเชื่อมกัน

4.1.4 กล่องต่อสายและกล่องดึงสายสำหรับวงจรสายป้อนที่มีขนาดด้านใดด้านหนึ่งยาวไม่เกิน 300 มม. ต้องพับขึ้นรูปจากเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 1.4 มม. และกล่องที่มีขนาดด้านใดด้านหนึ่งยาวไม่เกิน 600 มม.ต้องพับขึ้นรูปจากเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม. ฝาปิดยึดด้วยสกรู หากใช้ติดตั้งในฝ้าภายในอาคารให้ใช้ชนิดเคลือบสีเช่นเดียวกับแผงไฟฟ้า หากใช้งานเดินลอยหรือภายนอกอาคารต้องใช้ชนิดที่ชุบสังกะสี (Hot-Dip Galvanized)

4.1.5 กล่องต่อสายและกล่องดึงสายสำหรับวงจรสายป้อนที่มีขนาดด้านใดด้านหนึ่งยาวเกิน 600 มม.ต้องพับขึ้นรูปจากเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 2 มม. ฝาปิดด้านใดด้านหนึ่งติดบานพับ ยึดล็อคฝาด้วยอุปกรณ์

บิดล็อคเช่นเดียวกับแผงจ่ายไฟฟ้า หากใช้ติดตั้งในฝ้าภายในอาคารให้ใช้ชนิดเคลือบสีเช่นเดียวกับแผงไฟฟ้า หากใช้งานเดินลอยหรือภายนอกอาคารต้องใช้ชนิดที่ชุบสังกะสี (Hot-Dip Galvanized)

4.1.6 กล่องต่อสายและกล่องดึงสายสำหรับใช้กับระบบไฟฟ้าแรงสูงต้องมีป้าย "**อันตรายไฟฟ้าแรงสูง**" ติดไว้อย่างถาวร

4.2 การติดตั้ง

4.2.1 ขนาดของกล่องต่อสายขึ้นอยู่กับขนาด จำนวนสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้นๆ และขึ้นกับขนาดจำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่นๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีโค้งงอของสายตามที่ระบุใน NEC ARTICLE 370 โดยขนาดของกล่องจะกำหนดตามการติดตั้งท่อร้อยสายดังนี้

4.2.1.1 กล่องที่ใช้สำหรับดึงสายหรือเป็นที่พักสายในแนวเส้นตรงให้มีขนาดความกว้างตามแนวดึงสายไม่น้อยกว่า 8 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อที่ใหญ่ที่สุดที่ต่อกับกล่องนั้น

4.2.1.2 กล่องที่ใช้สำหรับดึงสายในแนวโค้งให้มีความกว้างตามแนวโค้งไม่น้อยกว่า 6 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อที่ใหญ่ที่สุดที่ต่อกับกล่องนั้นๆ รวมกับขนาดท่อที่เหลือในระนาบเดียวกัน

4.2.2 กล่องต่อสายที่ใช้เป็น Outlet Box สำหรับสวิทซ์ เต้าเสียบและดวงโคมที่ติดตั้งแบบฝังเรียบกับผนังจะต้องจัดให้ตั้งได้ฉากกับโครงสร้างอาคาร

4.2.3 การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบ ให้มีรหัสสีทาภายในและที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่อง ต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

4.2.4 กล่องต่อสายจะต้องทำการติดตั้งให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้ากับอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าอื่นๆ เช่น ท่อร้อยสายไฟฟ้า รางร้อยสาย เพื่อเสริมระบบการต่อลงดินให้สมบูรณ์ และจะต้องมีการทดสอบว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าทุกช่วง ตามความเห็นของผู้ควบคุมงาน

4.2.5 กล่องดึงสายสำหรับวงจรสายป้อนทั้งทางราบและทางดิ่ง จะต้องมีอุปกรณ์เพื่อยึดจับสาย โดยการเดินสายแนวราบ สำหรับสายทุกขนาด ต้องมีการจับยึดทุกระยะไม่เกิน 30 เมตร และการจับยึดสายทางดิ่งให้เป็นไปตามตารางนี้

ขนาดสายไฟฟ้า (ตร.มม.)	**ระยะจับยึดสูงสุด (เมตร)**
ทุกขนาดไม่เกิน 50	30
70 – 120	24
150 – 185	18
240	15
300	12
เกินกว่า 300	10

หมวดที่ 06 สายไฟฟ้า (Wire and Cable)

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 สายไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารและภายนอกอาคาร ต้องได้รับมาตรฐาน มอก., IEC หรือ BS ตามที่กำหนด

1.2 สายไฟฟ้าและเคเบิ้ลที่นำมาใช้ ต้องมีลักษณะดีเรียบร้อย หากมีลักษณะไม่ดี เช่น ตัวอักษรแจ้งรายละเอียดของสายไม่ชัดเจน ผิวของสายขรุขระ ฉนวนหรือเปลือกรอบๆ สายมีความหนาต่างกันมาก จะไม่อนุญาตให้ใช้สายของผู้ผลิตนั้น ถึงแม้ว่าจะเป็นสายที่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐานดังกล่าวข้างต้นแล้วก็ตาม

1.3 สายไฟฟ้าทุกชนิดต้องมีคุณสมบัติในการไม่ไหม้ลุกลาม (Fire Retardant) หรือมีคุณสมบัติที่ดีกว่า

1.4 ตัวนำทองแดงต้องมีความบริสุทธิ์ของทองแดงไม่น้อยกว่า 98%

1.5 ตัวนำอลูมิเนียมต้องมีความบริสุทธิ์ของอลูมิเนียมไม่น้อยกว่า 98%

2. สายไฟฟ้าชนิดร้อยในท่อหรือรางเดินสายภายในอาคาร

2.1 สายไฟฟ้าใช้ในการติดตั้งยึดกับที่ชนิดตัวนำทองแดงแข็งแกนเดี่ยวหุ้มฉนวน PVC ทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลท์ และทนอุณหภูมิได้สูงสุด 70 องศาเซลเซียส (60227 IEC-01) ผลิตตาม มอก.11-2553 พิกัดการนำกระแสของสายใช้อุณหภูมิแวดล้อม 40°C

2.2 สายสำหรับวงจรย่อยทั่วไป ต้องมีพื้นที่หน้าตัดไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม. และสายสำหรับวงจรป้อนต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 4 ตร.มม.

2.3 สายไฟฟ้าต้องมีความยาวตลอดความยาวท่อ ห้ามตัดต่อสายภายในท่อ อนุญาตให้ต่อสายได้ในกล่องต่อสายเท่านั้น สำหรับสายขนาดไม่เกิน 6 ตร.มม. ให้ใช้ Wire Nut หรือ Scotch Lock ในการต่อสาย สายขนาดใหญ่กว่านี้ให้ต่อด้วย Split Bolt หรือ Compression Connector และพันทับด้วยเทปพลาสติกโดยมีคุณสมบัติเทียบเท่าฉนวนไฟฟ้าเท่านั้น

2.4 การร้อยสายในท่อ ห้ามใช้น้ำมันหล่อลื่นหรือวัสดุอื่นใดเพื่อช่วยในการร้อยสาย ต้องใช้ Pulling Compound ที่ผลิตขึ้นมาโดยเฉพาะเท่านั้น

2.5 ห้ามร้อยสายโทรศัพท์, คอมพิวเตอร์ หรือสายสัญญาณแรงดันต่ำพิเศษเข้าไปในท่อร้อยสาย กล่องพักสายหรือกล่องต่อสายเดียวกันกับสายไฟฟ้า

2.6 สายไฟฟ้าขนาดไม่เกินกว่า 10 ตร.มม. ซึ่งใช้งานในระบบไฟฟ้า 3 เฟส 380 V. ต้องใช้รหัสสีของสายไฟฟ้า ดังนี้

สายเฟส A หรือ L1	ใช้สี	น้ำตาล
สายเฟส B หรือ L2	ใช้สี	ดำ
สายเฟส C หรือ L3	ใช้สี	เทา
สายนิวทรอล	ใช้สี	ฟ้า
สายดิน	ใช้สี	เขียวแถบเหลือง

2.7 สายไฟฟ้าขนาดเกินกว่า 10 ตร.มม. ที่มีทำเฉพาะสีเดียว ให้ใช้ปลอกยางมีสีตามที่กำหนดข้างต้น สวมเพิ่มทำเครื่องหมายที่ขั้วต่อสายต้นทาง, ปลายทางและในกล่องพักสาย

2.8 สายไฟฟ้าแต่ละเส้นต้องมีการทำเครื่องหมายให้ทราบได้ถึงวงจร และหน้าที่ของสายไฟนั้นๆ เครื่องหมายเหล่านี้ให้ทำไว้ที่สาย ที่ต้นทาง ปลายทางเข้าอุปกรณ์ และภายในกล่องพักสาย

2.9 สายไฟฟ้าที่เดินเข้าในแผงจ่ายไฟหรืออุปกรณ์อื่นจะต้องจัดให้เป็นระเบียบโดยใช้ Self Locking Cable Ties รัดให้เป็นหมวดหมู่ สายต้องมีความยาวเหลือไว้เพียงพอที่จะย้ายตำแหน่งในแผงจ่ายไฟ

3. **สายทองแดงเปลือย** (Bar Copper Conductor : BC)

3.1 สายทองแดงเปลือยที่ใช้ เป็นสายไฟฟ้าชนิดแกนเดี่ยว หรือหลายแกน ตัวนำทำด้วยทองแดงความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% ผลิตตามมาตรฐาน มอก. 64-2517 เพื่อใช้สำหรับตัวนำสายดิน และตัวนำระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า ซึ่งกำหนดและแสดงไว้ในแบบ

3.2 สายที่นำมาใช้ต้องเป็นของใหม่ ผู้รับจ้างต้องเก็บรักษาให้อยู่ในสภาพดี ต้องไม่เกิด Oxide และการบิด พับ หักงอ หรือเสียรูปร่าง

3.3 การต่อสายขนาดเล็กให้ใช้หางปลา ขั้วต่อสาย และใช้กรรมวิธี Exothermal Welding สำหรับสายขนาดตั้งแต่ 35 ตร.มม. ขึ้นไป

3.4 สายขนาดใหญ่ชนิดหลายแกนตีเกลียว เมื่อต่อสายด้วยกรรมวิธี Exothermal Welding สายตัวนำย่อยทุกเส้นต้องหลอมรวมเข้าด้วยกันโดยสมบูรณ์ ครบทุกตัวนำย่อย หากไม่สมบูรณ์ต้องตัดทำใหม่

4. **สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ** (Fire Resistance Cable ; FRC)

4.1 สายไฟฟ้าชนิดทนไฟนี้จะต้องใช้สำหรับวงจรไฟฟ้าช่วยชีวิตของอาคารสูง อาคารชุด อาคารขนาดใหญ่พิเศษ และอาคารเพื่อการสาธารณะใต้ผิวดิน ตามมาตรฐาน วสท. หากงานส่วนหนึ่งส่วนใดในแบบที่สอดคล้องและเป็นไปตามมาตรฐานดังกล่าว สายไฟฟ้าในส่วนนั้นทั้งหมดจะต้องใช้สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ ถึงแม้ในแบบจะไม่ได้แสดงรายละเอียดไว้เป็นอย่างอื่นก็ตาม ผู้รับจ้างจะคิดเป็นราคาเงินเพิ่มภายหลังไม่ได้

4.2 เป็นสายทองแดงชนิดหลายแกนตีเกลียว (Stranded) ตัวนำและฉนวนไฟฟ้า ต้องสามารถนำกระแสและใช้งานได้ในสภาวะอุณหภูมิ 950°C ได้นานไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง การทนต่อน้ำและการทนต่อแรงกลจากภายนอก ตามมาตรฐาน BS 6387-CWZ

4.3 สายไฟฟ้าต้องผลิตและทดสอบการทนไฟตามมาตรฐาน BS 6387-CWZ ฉบับล่าสุด

4.4 ตัวนำและฉนวนไฟฟ้า ต้องสามารถนำกระแสและใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง ที่อุณหภูมิสูง 110°C โดยไม่เกิดปัญหาใดๆ ตามมาตรฐาน IEC216

4.5 ฉนวนไฟฟ้าต้องเป็นวัสดุที่เกิดควันน้อยและไม่เกิดไอพิษในขณะเกิดเพลิงไหม้ ฉนวนชั้นในสุดเป็น Mica Tape ฉนวนชั้นนอกทำด้วย Cross-linked Mineral Copolymer

4.6 ผู้รับจ้างจะต้องแนบผลการทดสอบสายทนไฟของชนิดและรุ่น ที่ใช้จากองค์กรทดสอบอิสระนานาชาติที่ออกแบบเห็นชอบ ตามมาตรฐานอย่างน้อยที่สุดดังนี้

- การทดสอบคุณสมบัติวัสดุ

Halogen Free	:	IEC 60754-1	หรือ	BS-EN 50267-2-1
No Corrosive Gas	:	IEC 60754-2	หรือ	BS-EN 50267-2-2
Low Smoke density	:	IEC 61034-2	หรือ	BS-EN 60134-2

- การทดสอบการทนไฟ

Frame Retardant	:	IEC 60332-1	หรือ	BS-EN 60332-1
Frame Propagation	:	IEC 60332-3-24	หรือ	BS-EN 60332-3-24
Circuit Integrity	:	BS 6387 C.W.Z		

5. **สายไฟฟ้าชนิดร้อยในท่อฝังดิน หรือฝังดินโดยตรง (NYY)**

5.1 สายไฟฟ้าที่ใช้ต้องเป็นชนิดตัวนำทองแดงแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มด้วยฉนวน PVC และมีเปลือกนอกอีกชั้น (NYY) ทนแรงดันไฟฟ้าได้ 450/750 โวลท์ และทนอุณหภูมิได้สูงสุด 70°C ตาม มอก. 11-2553 พิกัดการนำกระแสของสายใช้อุณหภูมิแวดล้อม 30°C

5.2 การติดตั้ง การทำรหัสสี เป็นไปตามมาตรฐานเดียวกับสายไฟฟ้า ชนิดร้อยท่อหรือรางเดินสายภายในอาคาร

6. **สายไฟฟ้ากำลังแรงดันต่ำชนิดฉนวน XLPE (CV)**

6.1 สายไฟฟ้าที่ใช้ เป็นชนิดตัวนำทองแดงแกนเดี่ยว หรือหลายแกน หุ้มด้วยฉนวน XLPE และมีเปลือกนอกอีกชั้น (CV) ทนแรงดันไฟฟ้าได้ 600/1000 โวลท์ และทนอุณหภูมิได้สูงสุด 90°C ตาม IEC 60502-1

6.2 การติดตั้ง การทำรหัสสี เป็นไปตามมาตรฐานเดียวกับสายไฟฟ้า ชนิดร้อยท่อหรือรางเดินสายภายในอาคาร

7. **สายไฟฟ้าควบคุมชนิดหลายแกนร่วม (Control Cable : CVV)**

7.1 สายไฟฟ้าชนิดแรงดันต่ำใช้สำหรับงานควบคุมของระบบต่างๆ ตัวนำเป็นทองแดงหุ้มด้วยฉนวน PVC เป็นสายชนิดหลายแกนร่วม (Multi-Core) และมีเปลือกนอก PVC หุ้มอีกชั้นหนึ่ง ทนแรงดันไฟฟ้าได้ 600 โวลท์ หรือ 0.6/1 KV ทนอุณหภูมิสูงสุดได้ 70°C

8. **สายไฟฟ้าแรงสูง**

8.1 สายไฟฟ้าแรงสูงสำหรับการเดินสายแขวน (Space arial cable ; SAC) เป็นชนิดตัวนำอลูมิเนียมชั้นในหุ้มด้วย Semiconductor XLPE shielding ฉนวนชั้นกลางหุ้มด้วย XLPE และหุ้มด้วยเปลือกนอกฉนวน XLPE ทนแรงดันไฟฟ้าได้ 25 KV หรือ 35 KV ทนอุณหภูมิสูงสุดได้ 90°C ตามมาตรฐานการไฟฟ้าฯ การติดตั้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่น

8.2 สายไฟฟ้าแรงสูง สำหรับการเดินสายแขวนหรือร้อยในท่อ (Crosslink Poly Ethylene ; XLPE) เป็นชนิดตัวนำทองแดง ชั้นในหุ้มด้วย Conductor Shielding ชั้นฉนวน XLPE ชั้น Copper Shield และชั้นเปลือกนอก PVC ทนแรงดันไฟฟ้าได้ 12/20 (24) KV หรือ 18/30 (36) KV ตามระดับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้งาน ทนอุณหภูมิสูงสุดได้ 90°C ผลิตตามมาตรฐาน IEC 60502 การติดตั้งเป็นไปตามมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่น

9. **สายไฟฟ้าชนิดอ่อน (VCT, VCT-G)**

9.1 สายไฟฟ้าชนิดแรงดันต่ำใช้สำหรับงานที่ต้องขับเคลื่อนไปมา หรือสั่นสะเทือนตัวนำทำด้วยทองแดงตีเกลียวแกนเดี่ยว หรือหลายแกนร่วม ฉนวนชั้นในหุ้มด้วย PVC และชั้นเปลือกนอก PVC ทนแรงดันไฟฟ้าได้ 600 โวลท์ ทนอุณหภูมิสูงสุดได้ 70°C

หมวดที่ 07 สวิทซ์และเต้ารับไฟฟ้า

1. **ความต้องการทั่วไป**
   1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้ง สวิทซ์ และเต้ารับไฟฟ้า ตามชนิดและลักษณะที่แสดงในแบบ
   1.2 ผู้รับจ้างต้องจัดส่งตัวอย่างสวิทซ์ไฟฟ้าและเต้ารับไฟฟ้าทุกชนิดที่ใช้ในโครงการฯ เพื่อให้ผู้ว่าจ้าง สถาปนิกหรือวิศวกรผู้ออกแบบ พิจารณาก่อนดำเนินการสั่งซื้อ
   1.3 ผลิตภัณฑ์ สวิทซ์และเต้ารับไฟฟ้า ต้องได้รับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)
   1.4 ผลิตภัณฑ์ที่เลือกใช้ต้องตอบสนองความต้องการสวิทซ์รูปแบบต่างๆ และเต้ารับรูปแบบต่างๆ ทั้งระบบไฟฟ้า สื่อสาร และระบบสายสัญญาณต่างๆ อย่างครบถ้วน โดยไม่ต้องการดัดแปลงฝาครอบ

2. **สวิทซ์ไฟฟ้า** (Switch)
   2.1 สวิทซ์ทั่วไปเป็นแบบฝังในผนัง ขนาดไม่น้อยกว่า 16 แอมแปร์ ทนแรงดันไฟฟ้า 250 โวลท์
   2.2 ก้านสวิทซ์เป็นกลไกแบบกดปิดโดยวิธีกระดก (Rocker operated)
   2.3 สวิทซ์ที่ใช้ต้องมีทั้งแบบสวิทซ์ทางเดียว สวิทซ์สองทาง สวิทซ์สี่ทาง สวิทซ์กระดิ่งและอื่นๆ ตามความต้องการที่แสดงในแบบ
   2.4 ขั้วต่อสายไฟเป็นชนิดมีรูเสียบสายอัดด้วยสกรู สามารถป้องกันการแตะต้องขั้วที่เป็นโลหะได้ (ห้ามใช้ชนิดที่ยึดสาย ไฟโดยการพันสายใต้หัวสกรูโดยตรง) และต้องมีช่องต่อสายพ่วงวงจรสวิทซ์ชุดอื่นๆ ด้วย
   2.5 สวิทซ์ควบคุมพัดลมระบายอากาศขนาดเล็ก ต้องเป็นชนิดที่มีไฟแสงสว่างในตัวสวิทซ์ ไฟจะสว่างเมื่อปิดวงจร (พัดลมทำงาน)
   2.6 สวิทซ์อื่นๆ ให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบ
   2.7 ฝาครอบสวิทซ์เป็นแบบพลาสติกแข็ง สีขาวหรือสีงาช้าง ฝาครอบที่ใช้งานบริเวณนอกอาคารหรือบริเวณที่มีน้ำสาดถึง ต้องใช้ฝาครอบชนิดที่จัดทำขึ้น เพื่อป้องกันน้ำโดยเฉพาะ

3. **สวิทซ์หรี่ไฟ** (Dimmer Switch)
   3.1 โดยทั่วไปเป็นแบบที่ใช้กับหลอดไฟชนิดมีไส้หลอดหรือแบบที่ใช้กับหลอดฮาโลเจนและหม้อแปลงอิเลคทรอนิค
   3.2 เป็นแบบติดฝังในกล่องต่อสายขนาดมาตรฐาน เป็นแบบใช้วงจรอิเลคทรอนิคในการควบคุมพิกัดโหลดไม่ต่ำกว่า 500 วัตต์ ทนแรงดันไฟฟ้า 220 โวลท์ สามารถปรับได้ต่อเนื่อง 0-100%
   3.3 ฝาครอบสวิทซ์หรี่ไฟเป็นแบบเดียวกับฝาครอบสวิทซ์ และต้องสามารถจัดร่วมลงในฝาครอบเดียวกันกับสวิทซ์ไฟฟ้าธรรมดาได้

4. **เต้ารับไฟฟ้า** (Receptacle)

4.1 เต้ารับไฟฟ้าทั่วไปเป็นแบบฝังในผนังชนิดเดี่ยวหรือคู่ขนาดไม่ต่ำกว่า 16 แอมป์ 250 โวลท์ มีขาดิน (Grounding duplex receptacle) และเป็นชนิดใช้ได้ทั้งเต้าเสียบกลมและแบน (Universal)

4.2 เต้ารับไฟฟ้าต้องเป็นแบบและสีเดียวกัน และทำโดยผู้ผลิตเดียวกันกับสวิทช์ยกเว้นจุดที่ได้รับความเห็นชอบเป็นพิเศษจากผู้ว่าจ้าง

4.3 วัสดุฉนวนด้านข้างรอบรูขาเต้ารับไฟฟ้า มีความหนาเพียงพอที่จะกันไม่ให้เกิดการลัดวงจรกับฝาครอบโลหะได้ง่ายในขณะเสียบหรือถอดเต้าเสียบ หรือเนื่องจากความชื้น

4.4 รูเสียบของเต้ารับที่เป็นขั้ว LINE และ NEUTRAL ต้องมีลิ้นฉนวนไฟฟ้า อยู่ภายในเพื่อป้องกันอันตรายจากการใช้นิ้วหรือโลหะอื่นๆ ที่ไม่ใช่ปลั๊กเสียบ ขาดินจากเต้ารับไฟฟ้าต้องสัมผัสกับขาดินของปลั๊กเสียบก่อนเสมอ

4.5 เต้ารับชนิดคู่ต้องเป็นแบบทำขึ้นเฉพาะ ไม่ให้ใช้แบบเดี่ยว 2 ชุด ต่อพ่วงอยู่ในฝาครอบเดียวกัน

4.6 ขั้วต่อสายต้องเป็นชนิดมีรูเสียบสายและอัดด้วยสกรู สามารถป้องกันการแตะต้องขั้วที่เป็นโลหะได้ และต้องมีรูเสียบสาย เพื่อต่อพ่วงไปยังเต้ารับชุดอื่นได้ด้วย

4.7 ขั้วต่อสายต้องสามารถใช้กับสายขนาดโตถึง 4 ตร.มม.

4.8 ฝาครอบใช้รูปแบบเดียวกับฝาครอบสวิทช์ และฝาครอบที่ใช้งานบริเวณนอกอาคารหรือบริเวณที่มีน้ำสาดถึง ต้องใช้ฝาครอบชนิดที่จัดทำขึ้นเพื่อการป้องกันน้ำโดยเฉพาะ

5. **เต้ารับพิเศษอื่น ๆ**

5.1 เต้ารับสำหรับเครื่องโกนหนวด ต้องเป็นแบบที่ใช้ได้ทั้งแรงดัน 110 V และ 220V ต้องเป็นชนิดที่สามารถ Isolate วงจงไฟฟ้าเพื่อป้องกันไฟฟ้าดูด

5.2 เต้ารับไฟฟ้าแบบ Power Outlet ซึ่งมีทั้งแบบ 1P+N+PE และ 3P+N+PE ตามมาตรฐาน IEC โดยมีพิกัดการทนกระแส 16A, 32A และ 63A ตามที่แสดงในแบบ เมื่อใช้ภายนอกอาคารต้องเป็นชนิดกันฝนได้

6. **การติดตั้ง**

6.1 สวิทช์และเต้ารับต้องติดตั้งในกล่องเหล็กขนาดมาตรฐาน 50x100 มม. ฝังในผนัง

6.2 สวิทช์ให้ติดสูงจากพื้นที่ตกแต่งแล้ว 1.30 เมตร วัดถึงศูนย์กลางของสวิทช์ โดยทั่วไปให้วางฝาครอบสวิทช์ตามแนวนอน หากมีสวิทช์จำนวนมาติดตั้งในตำแหน่งเดียวกันให้ผู้รับจ้างสอบถามความเห็นของผู้ควบคุมงานสถาปนิกหรือผู้ออกแบบ

6.3 ในกล่องสวิทช์เดียวกันห้ามไม่ให้มีแรงดันระหว่างสวิทช์เกินกว่า 300 โวลท์

6.4 เต้ารับโดยทั่วไปติดสูงจากพื้นที่ตกแต่งแล้ว 0.30 เมตร วัดถึงศูนย์กลางของเต้ารับ โดยทั่วไปให้วางฝาครอบเต้ารับตามแนวนอน ในพื้นที่นอกอาคาร หรือลานจอดรถ ติดตั้งสูงจากพื้น 1.00 เมตร และมีฝาครอบกันน้ำ

6.5 ตำแหน่งการติดตั้งเต้ารับและสวิทช์ซึ่งติดตั้งในบริเวณที่มีการตกแต่งภายในโดยเฉพาะต้องได้รับการเห็นชอบจากสถาปนิก หรือผู้ออกแบบตกแต่งภายใน

หมวดที่ 08 โคมไฟฟ้าแสงสว่าง

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งโคมไฟฟ้า พร้อมอุปกรณ์ประกอบโคมและอุปกรณ์จับยึดในการติดตั้ง ตามรูปแบบมาตรฐานของโคมไฟฟ้าชนิดนั้นๆ

1.2 ดวงโคมและอุปกรณ์ประกอบ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่น่าเชื่อถือ ทำขึ้นและทดสอบแล้วว่าใช้ได้ กับมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ กระบวนผลิตต้องได้รับมาตรฐาน ISO 9000 เป็นอย่างน้อย

1.3 โคมไฟฟ้าที่เลือกใช้ทุกแบบ ต้องมีผลทดสอบการกระจายแสง (Photomatic Data) และคุณสมบัติอื่นๆ ที่เหมาะสมต่อการใช้งานตามรูปแบบที่กำหนด

1.4 โคมไฟฟ้าและเครื่องประกอบการติดตั้ง ต้องไม่มีส่วนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่งให้สัมผัสได้

2. ดวงโคมฟลูออเรสเซนต์แบบหลอดยาว

2.1 ขั้วรับหลอดต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐาน VDE หรือ CE ขั้วรับหลอดใช้ชนิด Heavy duty

2.2 แผ่นเหล็กที่ใช้ทำโคมไฟฟ้า ให้ใช้หนาไม่น้อยกว่า 0.8 มม. ทำให้แข็งแรงพอไม่ให้โคมบิดตัวได้ง่าย ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม เช่น ชุบฟอสเฟสและใช้สีชนิด Polyester สีขาว พ่นด้วยกรรมวิธี Electrostatic แล้วอบด้วยความร้อน ออกแบบให้เหมาะสมกับหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ ชนิด T8 หรือ T5

2.3 สายไฟฟ้าที่ใช้ภายในดวงโคม ให้ใช้สายอ่อนตาม มอก. 11 ชนิด 70 องศาเซลเซียส ขนาดสายให้ใช้ตามขนาดกระแสแต่ต้องไม่เล็กกว่า 1.0 ตร.มม. สายไฟฟ้าต้องเดินซ่อนปิดให้เรียบร้อยและมีอุปกรณ์ยึดรัดสายอย่างเหมาะสม

2.4 ที่ติดตั้งบัลลาสต์ต้องทำให้เรียบร้อย มองไม่เห็นบัลลาสต์จากด้านล่างสามารถถ่ายเทความร้อนได้ดีพอ เพื่อไม่ให้อุณหภูมิของบัลลาสต์เพิ่มขึ้นสูงเกินขีดจำกัดในขณะใช้งาน และสามารถถอดเปิดเพื่อตรวจซ่อมได้โดยสะดวก

2.5 ต้องมีขั้วต่อสายไฟและขั้วต่อสายดินติดตั้งไว้ให้เรียบร้อยในดวงโคม

2.6 ดวงโคมต้องทำโดยโรงงานที่ผู้ว่าจ้างพิจารณา แล้วเห็นว่าสามารถทำดวงโคมที่มีคุณภาพได้มาตรฐานและอนุมัติให้ใช้ดวงโคมจากโรงงานนั้นได้

2.7 แผ่นสะท้อนแสงต้องทำด้วยอลูมิเนียมผิวมัน โดยมีคุณสมบัติการสะท้อนแสงไม่น้อยกว่า 90%

2.8 โคมไฟจะต้องออกแบบให้มีจุดแขวนยึดสำเร็จจากโรงงาน โดยเฉพาะโคมไฟแบบฝังฝ้าฉาบเรียบต้องมีจุดยึดโคมที่สามารถใส่หรือถอดโคมโดยไม่เกิดการเสียหายกับฝ้า ห้ามมิให้มีการเจาะโคมไฟฟ้าเพื่อการยึดหรือติดแขวน

2.9 โคมไฟจะต้องออกแบบให้มีจุด Nock-out เพื่อการต่อท่ออ่อนเข้าดวงโคม ซึ่งทำสำเร็จจากโรงงาน ห้ามมิให้มีการเจาะโคมไฟฟ้า

2.10 โคมไฟจะต้องออกแบบอย่างเหมาะสมตามรูปแบบ ลักษณะการติดตั้งใช้งาน เช่น แบบติดฝังในฝ้าฉาบเรียบ แบบติดฝังในฝ้า T-Bar แบบติดลอย แบบติดแขวน หรือแบบติดผนัง

3. **ดวงโคมชนิดดาวน์ไลท์**

3.1 โคมไฟเป็นชนิดฝังในฝ้า หรือติดลอย ตามรูปแบบที่กำหนด มีโครงสร้างหลักทำจากโลหะ ผ่านกรรมวิธีการป้องกันสนิม และพ่นทับด้วยสีขาวชนิด Polyester

3.2 ขั้วหลอดเป็นแบบเกลียว หรือแบบอื่นๆ สามารถรับน้ำหนัก ที่สอดคล้องกับหลอดไฟชนิดต่างๆ เช่น Incandescent ,Compact Fluorescent, HID หรือ ชนิดอื่นๆ ตามที่กำหนด

3.3 ภายในโคมไฟต้องจัดพื้นที่อย่างเพียงพอสำหรับบัลลาสต์ หรือ Control Gear ที่สอดคล้องสำหรับหลอดไฟแต่ละชนิด ต้องห่อหุ้มป้องกันด้วยส่วนที่เป็นโลหะ ไม่มีส่วนหนึ่งส่วนใดที่มีกระแสไฟฟ้า ซึ่งสามารถสัมผัสได้และต้องมีการระบายความร้อนที่ดีพอ

3.4 ต้องมีขั้วต่อสายไฟ และขั้วต่อสายดิน ยึดกับสายไฟฟ้าด้วยสกรูอัด ติดตั้งไว้ให้เรียบร้อย และมีอุปกรณ์ยึดรัดสายอย่างเหมาะสม โดยจุดต่อสายหากอยู่ที่โครงสร้างภายนอกดวงโคมจะต้องมีฝาครอบจุดต่อหรือมีการป้องกันการสัมผัสที่เหมาะสม

3.5 โคมไฟชนิดติดฝังหรือติดลอยบนฝ้าเพดาน หากมีน้ำหนักเกินกว่า 1 กิโลกรัม จะต้องมีจุดยึดเป็นพิเศษโดยตรงกับโครงสร้างอาคาร โดยไม่ให้ใช้ฝ้าเพดานเป็นส่วนรับน้ำหนัก และต้องสามารถยึดหรือถอดหลอดไฟได้จากภายในโคมไฟโดยไม่เกิดการเสียหายของฝ้าเพดาน

3.6 ชนิดหรือรูปแบบของแผ่นสะท้อนแสงเป็นไปตามรูปแบบโคมไฟแต่ละประเภทที่แสดงในแบบ

3.7 สายไฟฟ้าที่ใช้ภายในดวงโคม ให้ใช้สายอ่อนตาม มอก. 11 ชนิด 105°C เลือกขนาดสายตามขนาดกระแสแต่ต้องไม่เล็กกว่า 1.0 ตร.มม.

3.8 ห้ามใช้ขั้วหลอดเป็นตัวรับน้ำหนักดวงโคม

4. **โคมไฟเตือนอากาศยาน**

4.1 โคมไฟเตือนอากาศยานใช้เพื่อติดตั้งบริเวณส่วนบนสุดของอาคารหรือสิ่งก่อสร้าง โดยติดตั้งทุกมุมของหลังคาอาคาร หรือจุดพิจารณาแล้วสมควรต้องมี เพื่อวัตถุประสงค์การแจ้งเตือนเครื่องอากาศยาน มีทั้งชนิดโคมเดี่ยวและชนิดโคมคู่

4.2 โคมไฟต้องผลิตเพื่อการใช้งานตามมาตรฐาน ICAO อายุการใช้งานยาวนาน และคงทนทนต่อสภาวะการใช้งานนอกอาคาร

4.3 เป็นโคมไฟชนิดให้แสงสีแดงกระพริบเป็นจังหวะด้วยอัตรา 20 ถึง 40 ครั้งต่อนาที ทำงานอัตโนมัติในเวลากลางคืน มีความสว่างของแสงไม่น้อยกว่า 32.5 Candela ในแนวราบ หากมีจำนวนหลายชุดในระดับความสูงเดียวกันจะต้องมีชุดควบคุมเพื่อควบคุมจังหวะการกระพริบให้พร้อมกัน

4.4 ต้องมีระบบการแจ้งเตือนเมื่อระบบหรือหลอดไฟขาด หรือบกพร่อง

4.5 หลอดไฟต้องเป็นชนิด LED อายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า 50,000 ชั่วโมง

5. **โคมไฟชนิดพิเศษ**

5.1 ดวงโคมที่ติดตั้งภายนอกอาคาร ต้องเป็นชนิดทนดินฟ้าอากาศ และความชื้น มีดัชนีการป้องกันไม่ต่ำกว่า IP54 ต้องมีขั้วต่อสายไฟและขั้วต่อสายดินติดตั้งไว้ในดวงโคม

6. **หลอดไฟฟ้า**

6.1 หลอดไฟฟ้า LED TUBE รูปแบบ T-8 และ T-5 เป็นชนิดใช้แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์เดิมขั้ว G13 เป็นชนิดที่มี DRIVER ในตัว ใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220V 50Hz ขนาด 10 วัตต์และ 20 วัตต์ มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 105 ลูเมนต่อวัตต์ ค่าตัวประกอบกำลังไม่น้อยกว่า 0.9 อายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 30,000 ชั่วโมง อุณภูมิของแสงสีที่จะใช้ (Daylight/Coolwhite/Warmwhite)ต้องเสนอขออนุมัติก่อนทำการสั่งซื้อ

6.2 หลอดไฟ LED BULB รูปแบบเดียวกับหลอดใส้ (Incandescent) ขั้ว E27 เป็นชนิดที่มี DRIVER ในตัว ใช้กับแรงดัน 220V 50Hz ขนาดวัตต์ตามที่ระบุในแบบ มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 85 ลูเมนต่อวัตต์ ค่าตัวประกอบกำลังไม่น้อยกว่า 0.85 อายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 15,000 ชั่วโมง ชนิดไม่สามารถหรี่ได้ อุณหภูมิของแสงสีที่จะใช้ (Daylight/Coolwhite/Warmwhite)ต้องเสนอขออนุมัติก่อนทำการสั่งซื้อ

6.3 หลอดไฟ LED Strip Light ขนาด 12W/m. ใช้ควบคู่กับ Power Supply ที่สามารถใช้ได้ดีกับหลอดไฟ ใช้แรงดันไฟฟ้า 220V 50Hz ขนาดวัตต์ ตามความยาวของชุดหลอดไฟ ค่าตัวประกอบกำลัง ไม่น้อยกว่า 0.85 อายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 20,000 ชั่วโมง ชนิดไม่สามารถหรี่ได้ อุณหภูมิของแสงสีที่จะใช้ (Daylight/Coolwhite/Warmwhite) ต้องเสนอขออนุมัติก่อนทำการสั่งซื้อ

6.4 หลอดไฟฟ้าชนิดฟลูออเรสเซนต์แบบหลอดผอมให้ใช้แบบประสิทธิภาพสูง T-8 Super หรือ T-5 ขนาดกำลังไฟฟ้าตามที่กำหนดในแบบ ใช้ควบคู่กับ Electronic ballast อุณหภูมิสีของแสงใช้สี Coolwhite หรือ Daylight โดยให้เสนอขออนุมัติก่อนทำการจัดซื้อ

6.5 หลอดไฟแบบคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ ให้ใช้แบบขั้วเกลียว E27 มี Electronic Ballast ในตัว ขนาดกำลังไฟฟ้าตามที่กำหนดในแบบ อุณหภูมิสี Coolwhite หรือ Daylight

6.6 หลอดไฟแบบคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ ชนิดขั้วหลอดแบบอื่น ให้ใช้ควบคู่กับ Electronic Ballast โดยมีอุณหภูมิสี Coolwhite หรือ Daylight

6.7 หลอดไฟชนิด HID ให้ใช้ควบคู่กับ Electronic Ballast

7. **บัลลาสต์**

7.1 อิเลคทรอนิคบัลลาสต์ สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นแบบความสูญเสียต่ำ High Power Factor ชนิดหรี่ไม่ได้ ต้องได้รับมาตรฐาน มอก.1506, CE, IEC โดยต้องมีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้

- ชนิดใช้กับหลอด 1x18W, 1x36W, 2x18W และ 2x36W Fluorescent Lamp T8

  : Power Factor 0.98 or Better

  : Total Harmonic Distortion (%THDi) < 10%

  : Ballast Lumen Factor 0.95

  : Ballast Loss ไม่เกินกว่า 1W, 1W, 2W และ 2W ตามชนิดใช้กับหลอด

- ใช้กับหลอด 1x14W, 1x28W, 2x17W และ 2x28W Fluorescent Lamp T5

  : Power Factor 0.98 or Better

  : Total Hamonic Distortion (%THDi) < 10%

: Ballast Loss ไม่เกินกว่า 3W, 3W, 5W และ 5W ตามชนิดใช้กับหลอด

: Ballast Lumen Factor 0.95

- ใช้กับหลอด 1x32W Circular Fluorescent

: Power Factor 0.60 or Better

: Total Hamonic Distortion (%THDi) < 20%

: Ballast Loss ไม่เกินกว่า 2W

: Ballast Lumen Factor 0.95

- ใช้กับหลอด Compact Fluorescent 13W, 18W, 26W

: Power Factor 0.97 or Better

: Total Hamonic Distortion (%THDi) < 10%

: Ballast Loss ไม่เกินกว่า 1.5W ทุกขนาดหลอด

: Ballast Lumen Factor 0.95

8. การติดตั้ง

8.1 ดวงโคมซึ่งมีน้ำหนักรวมอุปกรณ์ทุกอย่างหนักไม่เกิน 1 กิโลกรัม ยินยอมให้ใช้ฝ้าเป็นส่วนรับน้ำหนักได้ หากมีน้ำหนักมากกว่า 1 กิโลกรัม จะต้องมีอุปกรณ์แขวนยึดติดโครงสร้างของอาคาร และการใส่หรือถอดโคมต้องทำได้สะดวกจากภายในโคมไฟฟ้า โดยไม่ทำให้ฝ้าเกิดการเสียหาย

8.2 หูหรือรูเจาะสำหรับแขวน ตามข้อ 7.1 ต้องทำสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิตโคมไฟฟ้า

หมวดที่ 9 ไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและไฟป้ายทางออกฉุกเฉิน

1. **ความต้องการทั่วไป**

1.1 โคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน ใช้ติดตั้งเพื่อให้แสงสว่างเส้นทางหนีภัยของอาคาร ทำงานโดยอัตโนมัติจากแบตเตอรี่ทันที เมื่อระบบไฟฟ้าในอาคารขัดข้อง

1.2 โคมไฟป้ายทางออกฉุกเฉิน ใช้ติดตั้งเพื่อให้มองเห็นป้ายแสดงทางออกไปยังเส้นทางหนีภัย ทำงานโดยอัตโนมัติจากแบตเตอรี่ทันที่เมื่อระบบไฟฟ้าในอาคารขัดข้อง

1.3 ผู้รับจ้างต้องจัดส่งตัวอย่างโคมไฟฟ้าฉุกเฉินและไฟป้ายทางออกฉุกเฉินให้ผู้ว่าจ้าง สถาปนิกหรือวิศวกร พิจารณาก่อนดำเนินการสั่งซื้อ

2. **โคมไฟฟ้าฉุกเฉิน** (Emergency Light)

2.1 โคมไฟฟ้าฉุกเฉินต้องผลิตได้มาตรฐาน มอก.1102-2538, มอก.1995-2542, CE, วสท. และโรงงานประกอบต้องได้รับรองมาตรฐานคุณภาพ ISO 9001:2000

2.2 โคมไฟฟ้าฉุกเฉินต้องประกอบด้วยชุดแบตเตอรี่ เครื่องประจุ โคมไฟ และระบบควบคุม ซึ่งโคมไฟจะทำงานให้แสงสว่างโดยอัตโนมัติทันทีที่ระบบไฟฟ้าขาดหายไป ใช้กับระบบไฟฟ้า 220VAC 50Hz ชุดโคมต้องประกอบได้มาตรฐาน สวยงาม เหมาะสำหรับการติดผนัง หากติดในฝ้าเพดานต้องมีช่องเปิดที่ฝ้า เพื่อตรวจสอบและบำรุงรักษาได้

2.3 แบตเตอรี่ต้องเป็นแบบ Sealed Lead Acid 12 VDC มีระยะเวลาการสำรองไฟฟ้าขั้นต่ำ 3 ชั่วโมง หรือมากกว่า (ถ้ากำหนดไว้ในแบบ) มีระบบประจุอัตโนมัติแบบ Constant Voltage/Current ผู้รับจ้างต้องแสดงรายการคำนวณระยะเวลาการสำรองไฟฟ้าประกอบการเสนอขออนุมัติ

2.4 โคมไฟเป็นแบบ LED ติดตั้งกับชุดแบตเตอรี่ หรือชุดโคมไฟแยกกับชุดแบตเตอรี่ ในกรณีติดตั้งโคมไฟฟ้าแยกจากชุดแบตเตอรี่ ต้องใช้สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ “FRC” และจะต้องมีแรงดันตกของสายไฟฟ้าไม่เกินกว่า 5%

2.5 ต้องมีฟิวส์ป้องกันการลัดวงจรทั้งทางด้าน AC และ DC

2.6 ต้องมีไฟสัญญาณแสดงสภาวะ “Power On”, Fully Charge”, “Fail”

2.7 ต้องมีสวิทซ์ควบคุมการทำงาน “Power On/Off”, “Test”

2.8 ตัวโคมผลิตจากโลหะ Electro-Galvanized พ่น-อบสีตามมาตรฐาน หรือบางส่วนประกอบขึ้นรูปจากพลาสติก

3. **โคมไฟฟ้าแสดงทางออกฉุกเฉิน** (Exit Light)

3.1 โคมไฟฟ้าแสดงทางออกฉุกเฉินต้องผลิตได้มาตรฐาน มอก.1102-2538, มอก.1955-2542, CE, วสท. และโรงงานประกอบต้องได้รับรองมาตรฐานคุณภาพ ISO9001:2000

3.2 โคมไฟฟ้าแสดงทางออกฉุกเฉินต้องประกอบด้วยชุดแบตเตอรี่ เครื่องประจุ โคมไฟ และระบบควบคุม ซึ่งโคมไฟจะทำงานให้แสงสว่างโดยอัตโนมัติทันทีที่ระบบไฟฟ้าขาดหายไป ใช้กับระบบไฟฟ้า 220VAC 50Hz ชุดโคมต้องประกอบได้มาตรฐาน สวยงามเหมาะสำหรับการติดผนังและติดฝ้าเพดาน

3.3 แบตเตอรี่ต้องเป็นแบบ Sealed Lead Acid 6VDC หรือ 12 VDC มีระยะเวลาการสำรองไฟฟ้าขั้นต่ำ 2.5 ชั่วโมง หรือมากกว่า(ถ้ากำหนดไว้ในแบบ) มีระบบประจุอัตโนมัติแบบ constant Voltage with Current Limitted ต้องแสดงรายการคำนวณประกอบการเสนออนุมัติ

3.4 โคมไฟเป็นแบบ High Power LED ติดตั้งกับชุดแบตเตอรี่ ป้ายทางออกทำจากพลาสติก มีการกระจายแสงที่ดี ตัวหนังสือแสดงทางออกสีขาวบนพื้นสีเขียว ขนาดตัวหนังสือและรูปแบบต้องเป็นไปตามมาตรฐาน วสท.

3.5 ต้องมีฟิวส์ป้องกันการลัดวงจรทั้งทางด้าน AC และ DC

3.6 ต้องมีไฟสัญญาณแสดงสภาวะ “Power On”, “Fully Charge”, “Fail”

3.7 ต้องมีสวิทซ์ควบคุมการทำงาน “Power On/Off”, “Test”

3.8 ตัวโคมผลิตจากโลหะ Electro-Gavanized พ่น-อบสีตามมาตรฐาน หรือบางส่วนประกอบขึ้นรูปจากพลาสติก

4. การติดตั้ง

4.1 โคมไฟฟ้าฉุกเฉินต้องติดตั้งต่ำกว่าระดับฝ้าเพดาน 30 ซม. แต่ต้องสูงไม่ต่ำกว่า 2 เมตร ควรต้องได้รับการเห็นชอบจากผู้ออกแบบตกแต่งภายในด้วย การต่อสายเข้ากับวงจรไฟฟ้าต้องใช้เต้ารับแบบเดี่ยว (Simplex)

4.2 โคมไฟฟ้าฉุกเฉินชนิดที่ติดตั้งแยกออกจากชุดแบตเตอรี่ ต้องใช้สายไฟต่อพ่วงชนิดทนไฟ “FRC” ตามมาตรฐานเดียวกับสายทนไฟ

4.3 ชุดแบตเตอรี่ของไฟฟ้าฉุกเฉินต้องอยู่ในตำแหน่งที่สามารถตรวจสอบและบำรุงรักษาได้โดยสะดวก หากติดตั้งในฝ้าเพดานจะต้องมีช่องเปิดที่ขนาดที่เหมาะสมและมีป้ายหรือเครื่องหมายแสดงตำแหน่งการติดตั้ง

4.4 โคมไฟป้ายทางออกฉุกเฉิน ต้องติดตั้งเหนือประตูหนีไฟ และติดตั้งที่ฝ้าเพดาน โดยต้องติดป้ายสูงจากพื้นระหว่าง 2.00 – 2.70 เมตร

5. การทดสอบ

5.1 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบการทำงานของโคมไฟฟ้าฉุกเฉิน และโคมไฟป้ายทางออกฉุกเฉินทุกชุด เพื่อทดสอบความสว่างและระยะเวลาการสำรองไฟฟ้า ตามแบบฟอร์มการทดสอบ

5.2 การทดสอบต้องกระทำต่อหน้าวิศวกรควบคุมงานหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง และส่งมอบผลรายงานการทดสอบต่อผู้ว่าจ้าง

หมวดที่ 10 แผงจ่ายไฟฟ้าย่อย

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 แผงจ่ายไฟฟ้าย่อย ใช้เพื่อรับไฟฟ้าจากสายป้อนหรือสายประธานเพื่อจ่ายไฟฟ้าไปยังวงจรย่อยต่างๆ ทั้งแบบที่ใช้กับที่พักอาศัยและแบบที่ใช้งานทั่วไป

1.2 แผงจ่ายไฟฟ้าย่อยเป็นชนิดที่ประกอบสำเร็จในประเทศหรือประกอบสำเร็จจากต่างประเทศ โดยผลิตหรือประกอบตามมาตรฐาน มอก.1436-2540 และ IEC 60439 เป็นชนิด Dead–front มีฝาเปิดจากด้านหน้า

1.3 การแสดงพิกัดต่างๆ ของแผงสวิทช์ฯ จะต้องเป็นค่าที่อ้างอิงที่อุณหภูมิแวดล้อม 40 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%

1.4 แผงจ่ายไฟฟ้าย่อย ต้องเป็นชนิดฝังหรือติดผนังตามที่กำหนด และเป็นแบบมีฝาปิด - เปิดได้ ทำด้วยแผ่นเหล็กที่ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม พ่นสีแล้วอบ ตามมาตรฐานเดียวกับแผงเมนจ่ายไฟฟ้า

1.5 แผงสวิทช์ฯ จะต้องมีคุณสมบัติ และสมรรถนะ ดังนี้;-

1.5.1	System Wiring	:	3 phase, 4 wire,or 1 Phase 2 wire Solid Grounded
1.5.2	Rated Voltage	:	416/240 V
1.5.3	Rated Frequency	:	50 Hz
1.5.4	Degree of Protection	:	IP40 สำหรับใช้งานในอาคาร
1.5.5	Rated Current	:	ตามที่กำหนดในแบบ

2. แผงจ่ายไฟฟ้าย่อยสำหรับใช้กับที่พักอาศัย (Consumer unit)

2.1 แผงสวิทช์จ่ายไฟย่อย เป็นแบบ 1 เฟส 2 สาย ภายในประกอบด้วย Main Circuit Breaker จำนวน 1 ชุดและ Branch Circuit Breaker จำนวน 4, 6, 8, 12 หรือ 16 วงจรย่อย โครงสร้างตู้ทำด้วยโลหะหรือ Impact Resistance Thermoplastic เป็นแบบติดลอยบนผนังหรือแบบฝังในผนัง ผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC60439-1, IEC60439-3 และ มอก.1436-2540

2.2 เมนเซอร์กิตเบรคเกอร์ต้องเป็นแบบ 2 Pole ทนกระแสลัดวงจรไม่ต่ำกว่า 10 kA 240V ผลิตตามมาตรฐาน IEC 60898 หรือ IEC60947-2 หรือเมนเซอร์กิตเบรคเกอร์ต้องเป็นแบบ 2 Pole มีระบบตัดวงจรป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่วที่ 30 mA มีค่า IC ไม่ต่ำกว่า 10 KA 240V เป็นไปตามมาตรฐาน IEC 61009 และมอก.909-2548

2.3 เซอร์กิตเบรคเกอร์สำหรับวงจรย่อยเป็นแบบ 1 Pole ทนกระแสลัดวงจรได้ไม่ต่ำกว่า 6 kA 240V ขนาดพิกัด 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50 และ 63 แอมป์ เป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60898 และหากกำหนดให้เป็นแบบมีระบบตัดวงจรป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่ว ต้องมีพิกัดตัดกระแสไฟฟ้ารั่วที่ 30 mA โดยเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 61009 และ มอก.909-2548

2.4 บัสบาร์มีขนาดพิกัดกระแสไม่น้อยกว่า 100 A ทำด้วยทองแดงชุบนิเกิล หรือเงิน ต้องไม่เป็นสนิมตลอดอายุการใช้งาน ยึดเข้ากับ Circuir Breaker ด้วยกรรมวิธี Plug-on หรือขันด้วยสกรู ต้องสามารถถอด CB ย่อย ออกได้โดยไม่ต้องถอดรื้อตัวอื่นๆ มีวัสดุปิดทับหรือมีโครงสร้างที่ป้องกันการสัมผัสกับบัสบาร์โดยตรง

2.5 ต้องมีขั้วต่อสายนิวตรอนเป็นแบบยึดด้วยสกรู (Bolt-on) โดยมีจำนวนช่องต่อสายเข้า-ออกอย่างพอเพียงตามจำนวนวงจรย่อย

2.6 ต้องมีขั้วต่อสายดินเป็นแบบยึดด้วยสกรู (Bolt-on) ยึดติดโดยตรงกับโครงสร้างโลหะของแผงจ่ายไฟฟ้าย่อย มีจำนวนไม่น้อยกว่าจำนวนวงจรย่อย

3. แผงจ่ายไฟฟ้าย่อยสำหรับการใช้งานทั่วไป (Load Center Panel)

3.1 แผงสวิทช์จ่ายไฟย่อย เป็นแบบ 1 เฟส 2 สาย หรือ 3 เฟส 4 สาย ภายในแผงประกอบด้วย Main Circuit และ Branch Circuit Breaker มีจำนวน 12, 18, 24, 30, 36 และ 42 วงจรย่อย โครงสร้างตู้ทำด้วยโลหะเป็นแบบติดลอยบนผนังหรือแบบฝังในผนัง ผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC60439-1 และ มอก.1436-2540

3.2 เมนเซอร์กิต เป็นแบบ Main Circuit Breaker หรือ Main Lugs , เมนเซอร์กิตเบรคเกอร์ต้องเป็นแบบ 2 Pole หรือ 3 Pole ทนกระแสลัดวงจรไม่ต่ำกว่า 14 KA หรือตามที่กำหนดใน Load Schedule Panel เป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60947

3.3 เซอร์กิตเบรคเกอร์สำหรับวงจรย่อยเป็นแบบ 1 Pole หรือ 3 Pole ทนกระแสลัดวงจรได้ไม่ต่ำกว่า 6 KA ขนาดพิกัด 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50 และ 63 แอมป์ เป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60898 และหากกำหนดให้เป็นแบบมีระบบตัดวงจรป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่ว ต้องมีพิกัดตัดกระแสไฟฟ้ารั่วที่ 30 mA โดยเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 61009 และมอก.909-2548

3.4 บัสบาร์มีขนาดพิกัดกระแสไม่น้อยกว่า 100 A และ 250 A เป็นชนิดที่ทำขึ้นมาเฉพาะสำหรับเพื่อต่อเข้ากับเมนเซอร์กิตเบรคเกอร์ (Main CB) หรือทำขึ้นมาเฉพาะเพื่อต่อเข้ากับสายเมนไฟฟ้า (Main Lugs) ทำด้วยทองแดงชุบนิเกิลหรือชุบเงิน ต้องไม่เป็นสนิมตลอดอายุการใช้งาน ยึดเข้ากับ Circuir Breaker ด้วยกรรมวิธี Plug-on หรือขันด้วยสกรู ต้องสามารถถอด CB ย่อย ออกได้โดยไม่ต้องถอดรื้อตัวอื่นๆ และมีวัสดุปิดทับหรือมีโครงสร้างที่ป้องกันการสัมผัสกับบัสบาร์โดยตรง

3.5 ต้องมีขั้วต่อสายนิวตรอนเป็นแบบยึดด้วยสกรู (Bolt-on) โดยมีจำนวนช่องต่อสายเข้า-ออกอย่างพอเพียง ตามจำนวนวงจรย่อย

3.6 ต้องมีขั้วต่อสายดินเป็นแบบยึดด้วยสกรู (Bolt-on) ยึดติดโดยตรงกับโครงสร้างโลหะของแผงจ่ายไฟฟ้าย่อยมีจำนวนไม่น้อยกว่าจำนวนวงจรย่อย

4. การติดตั้งและทดสอบ

4.1 ตู้แผงจ่ายไฟฟ้าย่อย เป็นชนิดฝังหรือติดผนังตามที่กำหนด และเป็นแบบมีฝาปิด - เปิดได้ แผ่นเหล็กผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม พ่นสีแล้วอบ ถ้าตู้ที่ใช้ไม่มีที่ทำไว้สำหรับติดเมนสวิทช์โดยเฉพาะให้ทำตู้ใส่เมนสวิทช์ขนาดกว้างเท่าแผง แยกต่างหากติดไว้ด้านบนหรือล่างของแผงตามทางเข้าของสายป้อน

4.2 การติดตั้งแผงไฟฟ้าย่อยในสถานที่เปียกหรือชื้น ต้องมีการป้องกัน

4.3 การติดตั้งทั่วไปต้องสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1.20 เมตร (ระดับขอบล่างของแผง) หากจำเป็นต้องติดตั้งในระดับต่ำหรือสูงกว่ามาตรฐานที่กำหนดนี้จะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานหรือผู้ว่าจ้าง

4.4 ผู้รับจ้างจะต้องตรวจและทำการปรับโหลดของแต่ละเฟสให้เกิดการสมดุล และต้องทำตาราง Load Schedule Panel อย่างละเอียดตามที่ติดตั้งจริงยึดติดไว้ภายในตู้แผงจ่ายไฟฟ้าย่อยชุดนั้นๆ

หมวดที่ 11 แผงสวิทซ์จ่ายไฟฟ้า (MDB)

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ข้อกำหนดในบทนี้.ใช้เพื่อเป็นข้อกำหนดในการจัดทำแผงสวิทซ์จ่ายไฟฟ้ารวม (Main Distribution Board; MDB) แผงสวิทซ์จ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน (Emergency Distribution Board; EDB) แผงจ่ายไฟฟ้ารอง (SDP) และแผงควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า (MCC)

1.2 แผงสวิทซ์จ่ายไฟฟ้ารวมเป็นชนิดที่ประกอบในประเทศ โดยผลิตหรือประกอบตามมาตรฐาน มอก.1436-2540

1.3 โรงงานผู้ผลิตต้องได้รับรองมาตรฐาน ISO 9001 และต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC61439-1 และ IEC61439-2 (2004-04)

1.4 โรงงานผู้ผลิตต้องมีประสบการณ์ และได้รับใบอนุญาตเป็นตัวแทนผู้ผลิตตู้ จากเจ้าของผลิตภัณฑ์แผงสวิตช์บอร์ดไฟฟ้า (Original Manufacturer) ด้านการทำแผงสวิตช์ฯ และสามารถประกอบได้ตามมาตรฐานIEC61439-2 (Fully Type-Tested) ชนิด License Factory และมีเอกสารการตรวจรับรองการได้รับใบอนุญาตเป็นตัวแทนผลิตแผงสวิตช์บอร์ดไฟฟ้าจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ทุกๆ ปี (Annual Audit Report/Audit Annual Certificated)

1.5 แผงสวิทซ์จ่ายไฟฟ้า MDB, EDB, EDB-A, EDB-B, UDB-A, UDB-B ต้องเป็นชนิดที่ผลิตในประเทศ ตาม License Factory และผ่านการทดสอบ Fully Type Test ตามมาตรฐาน IEC61439-1 และ IEC61439-2 (2004-04)

1.6 แผงสวิทซ์จ่ายไฟฟ้ารอง SDPE-1, SDPE-2, SDPE-3, SDPE-A, SDPE-B, SDPE-C, SDPE-EL ต้องเป็นชนิดที่ผลิตในประเทศตาม มอก.1436-2540

1.7 สวิทซ์ตัดตอนอัตโนมัติสำหรับ Feeder Circuit Breaker ทุกตัวที่ใช้ในแผงจ่ายไฟฟ้ารวมและแผงจ่ายไฟฟ้าย่อยจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันโดยผู้ผลิตรายเดียวกัน ส่วน Main Circuit Breaker และ TIE Circuit Breaker ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน ส่วน ATS อนุโลมให้ใช้ผลิตภัณฑ์อื่นที่แตกต่างกันได้

1.8 การแสดงพิกัดต่างๆ ของแผงสวิทซ์ฯ จะต้องเป็นค่าที่อ้างอิงที่อุณหภูมิแวดล้อม 40 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%

1.9 แผงสวิทซ์ฯ จะต้องมีคุณสมบัติ และสมรรถนะ ดังนี้;-

1.9.1	System Wiring	:	3 phase, 4 wire, Solid Grounded
1.9.2	Rated Voltage	:	416/240 V
1.9.3	Rated Frequency	:	50 Hz
1.9.4	Degree of Protection	:	IP30 สำหรับใช้งานในอาคาร และ IP54 สำหรับใช้งานนอกอาคาร
1.9.5	Rated Current	:	ตามที่กำหนดในแบบ
1.9.6	Rated Short Circuit Current	:	ไม่น้อยกว่า 50 kA 1sec

1.10 อุปกรณ์ป้องกันอาร์ค (Arc Guard System) สำหรับตู้เมนไฟฟ้า เพื่อป้องกันความเสียหายหรือเกิดการระเบิด เมื่อเกิดอาร์คภายในตู้ไฟฟ้าโดยสามารถสั่งทริปเซอร์กิตเบรกเกอร์โดยใช้เวลาไม่เกิน 0.1วินาที โดยมีคุณสมบัติและฟังก์ชั่นการทำงานดังต่อไปนี้

- Power Supply : 100 ถึง 240 Vac

- Input Detector : ไม่น้อยกว่า 10ตัว
- Display : LCD หรือ LED
- Operating Time, From detection : ไม่เกิน 10ms
- Degree of Protection : IP50 หรือดีกว่า

1.11 ผู้รับจ้างต้องส่งแบบการทำตู้ (Shop drawing) และรายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ให้ตัวแทนหรือวิศวกรของผู้ว่าจ้างอนุมัติ ก่อนการสั่งซื้อหรือจัดทำ

1.12 ให้จัดชุดเครื่องมือบำรุงรักษาประกอบด้วยกุญแจเปิดบานประตูด้านหน้าหนึ่งอัน, เครื่องมือสำหรับถอด-ใส่ ฟิวส์ (ถ้ามี) หนึ่งอัน, ไขควงทุกขนาด, Torque Wrench พร้อมหัวสำหรับขันสลักและแป้นเกลียวทุกขนาด พร้อมกล่องโลหะสำหรับใส่เครื่องมือทั้งหมด

2. ลักษณะและการจัดทำแผงสวิทซ์

2.1 แผงสวิทซ์ชนิดตั้งพื้น (Type-Tested Assembly)

2.1.1 ลักษณะของแผงสวิทซ์ต้องเป็นแบบ Self-Supporting ชนิดตั้งพื้น รูปแบบ 3B (3ข) ตาม มอก.1436-2540 หรือตาม IEC61439-1 และ IEC61439-2

2.1.2 ภายในแผงสวิทซ์ฯ จะต้องถูกจัดแบ่งออกเป็นอย่างน้อย 3 ส่วน ดังนี้.

- ส่วน Switchgear Compartment สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้า
- ส่วน Busbars Compartment สำหรับเป็นส่วนที่ติดตั้ง Busbar และวางสายไฟฟ้าเพื่อเข้า-ออกแผงสวิทซ์และต้องแยกจากส่วนอื่นโดยแผ่นกั้นที่เหมาะสม
- ส่วน Instrument Compartment ต้องจัดให้อยู่ด้านหน้าส่วนบนและสูงไม่น้อยกว่า 300 มม. เพื่อเป็นส่วนติดตั้งอุปกรณ์ป้องกัน, เครื่องวัด, หลอดไฟสัญญาณ และส่วนขั้วต่อสายไฟฟ้าแรงต่ำสำหรับระบบสัญญาณและควบคุม

2.1.3 แผงสวิทซ์ ต้องมีโครงตู้ และฝาหน้า ทำด้วยแผ่นเหล็กพับขึ้นรูปหรืออลูซิงค์ (Aluzinc) หนาไม่น้อยกว่า 2.0 มม. เชื่อมติดกันหรือยึดติดกันด้วยสลักเกลียว ฝาข้าง ฝาหลัง และแผงกั้นระหว่าง Compartment ทำด้วยแผ่นเหล็กกัลวาไนท์ (Electro Galvanized) หรือ อลูซิงค์ (Aluzinc) หนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม. ทั้งนี้ฝาของแผงสวิตซ์ แต่ละด้านต้องเป็นไปตามข้อกำหนด ดังนี้

- บานประตูด้านหน้าต้องเป็นแบบเปิดได้ และใช้บานพับแบบซ่อน เปิด/ปิดโดยใช้กุญแจไข สามารถถอดบานประตูออกได้ง่าย และบานประตูต้องแข็งแรง ไม่บิดงอ ฝาตู้ทุกบานต้องมีสายดินบริภัณฑ์โดยใช้สายทองแดงชุบแบบถักต่อลงดินที่โครงตู้
- ฝาปิดด้านข้างของตู้ริมนอก และบานหลัง ทำเป็นแผ่นเหล็กพับขอบยึดกับโครงของตู้ด้วยน๊อตหรือสกรูหรือแบบอื่นๆ ที่สามารถถอดฝาเปิด/ปิดได้ง่าย
- ระหว่างด้านหลังของส่วน Switchgear Compartment กับส่วน Busbars Compartment ระหว่าง Switchgear Compartment ช่องบนกับ Switchgear Compartment ช่องล่างและระหว่างตู้ที่วางชิดกัน ต้องมีแผ่นเหล็กกั้นซึ่งหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม.

2.2 แผงสวิทซ์ชนิดติดผนัง (Local TIS 1436-2540)

2.2.1 ลักษณะของแผงสวิทซ์ต้องเป็นแบบยึดติดผนัง รูปแบบ 1 ตาม มอก.1436-2540

2.2.2 ภายในแผงสวิทซ์ฯ จะต้องถูกจัดแบ่งออกเป็นอย่างน้อย 2 ส่วน ดังนี้.

- ส่วน Switchgear และ Busbar Compartment สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าและBusbars ส่วนที่เป็น Busbars ต้องมีแผ่นฉนวนกันหรือปิดบังเพื่อป้องกันอันตราย
- ส่วน Instrument Compartment ต้องจัดให้อยู่ส่วนบนและสูงไม่น้อยกว่า 200 มม. เพื่อเป็นส่วนติดตั้งอุปกรณ์ป้องกัน, เครื่องวัด, หลอดไฟสัญญาณ และส่วนขั้วต่อสายไฟฟ้าแรงต่ำสำหรับระบบสัญญาณและควบคุม

2.2.3 แผงสวิทซ์ ต้องมีโครงตู้ทำด้วยแผ่นเหล็กพับขึ้นรูปหรือ อลูซิงค์ (Aluzinc) หนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม. เชื่อมติดกันหรือยึดติดกันด้วยสลักเกลียว ฝาหน้าทำด้วยแผ่นเหล็กหรืออลูซิงค์ (Aluzinc) หนาไม่น้อยกว่า 2.0 มม. ทั้งนี้ฝาของแผงสวิตซ์ แต่ละด้านต้องเป็นไปตามข้อกำหนด ดังนี้

- บานประตูด้านหน้าต้องเป็นแบบเปิดได้ และใช้บานพับแบบซ่อน เปิด/ปิดโดยใช้กุญแจไข สามารถถอดบานประตูออกได้ง่ายและบานประตูต้องแข็งแรง ไม่บิดงอ ฝาตู้ทุกบานต้องมีสายดินบริภัณฑ์โดยใช้สายทองแดงชุบแบบถักต่อลงดินที่โครงตู้

2.3 กรรมวิธีป้องกันสนิมและการพ่นสี

2.3.1 ก่อนทำการพ่นสีรองพื้นต้องทำการขัดผิวโลหะให้เรียบร้อย ปราศจากสนิมและทำการล้างไขมันและน้ำมันออกจากผิวโลหะจนสะอาด

2.3.2 การพ่นสีชั้นนอก ให้ใช้สีชนิด Polyester Epoxy Powder พ่นด้วยกรรมวิธี Electrostatic และอบด้วยความร้อน

2.3.3 ให้ใช้สีเทาหรือสีอื่นตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด ต้องส่งสีตัวอย่างขออนุมัติก่อนการจัดทำ

3. บัสบาร์

3.1 บัสบาร์ ต้องทำด้วยทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% สำหรับใช้กับงานไฟฟ้าโดยเฉพาะ หุ้มหรือเคลือบด้วยสารที่เป็นฉนวน (Synthetic Material) โดยพิกัดการนำกระแสของบัสบาร์จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน DIN 43671 หรือ IEC61439-2

3.2 ที่รองรับและยึดบัสบาร์กับตู้ต้องทำจากฉนวน Epoxy Resin Bracket หรือ Fiber Glass Reinforce Polyester Bracket แบบสองชิ้นประกบ Busbar โดยยึดด้วย Bolt และ Nut โดยต้องมีข้อมูลทางเทคนิคและผลการคำนวณเพื่อแสดงความสามารถการทนต่อแรงใดๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจร โดยไม่เกิดความเสียหายใดๆ

3.3 สลักเกลียว แป้นเกลียวและแหวน (Bolts, Nuts and Washers) ให้ใช้ชนิด High-Tensile Electro-Galvanied สลักเกลียวและแป้นเกลียวต้องกวดขันด้วย Torque Wrench

3.4 บัสบาร์ เมนที่วางตามแนวนอนต้องมีความยาวตลอดเท่าความยาวของตู้

3.5 บัสบาร์สำหรับสายดิน ต้องต่อกับทุกตู้ให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าที่มั่นคง

4. Main Circuit Breaker

4.1 Circuit Breaker เป็นชนิดดับอาร์กด้วยอากาศ ต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC/EN 60947-2 และต้องมีค่า Interrupting Capacity ไม่น้อยกว่า 50 KA (380 V) หรือตามที่กำหนดในแบบ

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

4.3 Drives เป็นชนิด Mechanically Operated สับเข้าด้วยมอเตอร์ หรือโซลินอยด์ซึ่งบังคับได้โดยการกดปุ่ม

4.4 Main Circuit Breaker ขนาดตั้งแต่ 1000–4000 แอมป์ ต้องเป็นชนิด Electronic Trip ประกอบด้วยระบบการทำงานดังนี้

4.4.1 มีจอ LCD แสดงค่ากระแสไฟฟ้า หรือค่าต่างๆที่ทำการปรับตั้ง

4.4.2 สามารถทำการปรับตั้งค่า Ground Fault Protection

4.4.3 สามารถทำการปรับตั้งค่า Overcurrent Protection

4.4.4 สามารถปรับตั้งค่า Instantaneous Trip

4.4.5 สามารถปรับตั้งค่า Long Time Delay และ Short Time Delay

4.5 Main Circuit Breaker ต้องมีอุปกรณ์ประกอบ (Accessories) อย่างน้อยดังนี้

4.5.1 Under Voltage Release with Time-Delay

4.5.2 Shunt Trip

4.5.3 Auxiliary Contacts สำหรับการทำ Interlock, Signaling, Control และต้องเหลือสำรองไม่น้อยกว่า 50%

4.5.4 ต้องมี Key Interlock ถ้ามีกำหนดในแบบ

4.5.5 มีก้านโยกสามารถดันสปริงด้วยมือ เพื่อสามารถใช้งานได้ในกรณีมอเตอร์เสีย

5. Tie Circuit Breaker

5.1 มีคุณสมบัติเหมือน Main Circuit Breaker ทุกประการ

5.2 มี Key Interlock กับ Main Circuit Breaker ของยูนิตซับสเตชั่นทั้ง 2 ชุด ซึ่ง Tie Circuit Breaker จะไม่สามารถสับเข้าได้ ถ้า Main Circuit Breaker สับเข้าอยู่ทั้ง 2 อัน ซึ่ง Tie Circuit Breaker จะสับเข้าได้เฉพาะเมื่อ Main ตัวใดตัวหนึ่งสับออกแล้วเท่านั้น

6. Feeder Circuit Breaker

6.1 Feeder Circuit Breaker ทั้งหมดต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันทั้งหมดและการเลือกคุณลักษณะของ Feeder Circuit Breaker ต้องมี Coordination Pattern ที่เหมาะสมกับ Main Circuit Breaker ที่อยู่ต้นทางและ Sub Feeder Circuit Breaker ที่อยู่ปลายทาง

6.2 เป็นชนิด Molded Case หรือ Open Frame การติดตั้งเป็นชนิด Fixed, Plug-in หรือ Draw-Out ตามที่กำหนดในแบบ

6.3 Drives เป็นชนิด Toggle Operating Mechanism ทำงานด้วยระบบ Trip Free มี Trip Indication แสดงที่ Handle Position หรือ Drives เป็นชนิดอื่น ตามที่กำหนดในแบบ

6.4 Feeder Circuit Breaker ขนาดตั้งแต่100 ถึง 250 แอมป์เฟรม Tripping Unit เป็นชนิด Thermal-Magnetic non-Adjustable type หรือ Adjustable Type(Type-Tested Assembly)

6.5 Feeder Circuit Breaker ขนาดสูงกว่า 250 ถึง 630 แอมป์เฟรม Tripping Unit เป็นชนิดThermal-Magnetic adjustable type

6.6 Feeder Circuit Breaker ขนาดสูงกว่า 630 แอมป์เฟรมขึ้นไป Tripping Unit เป็นชนิด Electronic Trip ซึ่งสามารถปรับค่า Overload Tripping และ Instantaneous Tripping ได้

6.7 Feeder CB. ขนาดตั้งแต่ 1000 แอมป์ขึ้นไป Triping Unit จะต้องเหมือนข้อ 6.6 และต้องมี Ground fault sensing & Triping

7. **Automatic Closed-Transition Transfer Switch With By-Pass System**

7.1 ต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน NEMA, ANSI, VDE หรือ IEC ชนิด 3 เฟส 50 เฮิร์ตซ์ 380 V. และต้องมีค่า Interrupting Capacity ไม่น้อยกว่า 50 KA (380V) หรือตามที่กำหนดในแบบ

7.2 อุปกรณ์ Automatic Closed-Transition Transfer Switch With By-Pass ทั้งชุดให้ใช้ของผู้ผลิตเดียวกันที่ได้ประกอบสำเร็จ และผ่านการทดสอบใช้งานจากโรงงานผู้ผลิต

7.3 สวิทช์โอนถ่าย (Transfer Switch) มีการทำงานในเชิงกลขับเคลื่อนกลไกด้วยขดลวดแม่เหล็ก (Solenoid) ซึ่งอาศัยการจ่ายพลังงานด้วยไฟฟ้า โดยการจ่ายไฟ (Energize) เข้าสู่ขดลวดแม่เหล็กในเวลาอันสั้น และต้องหยุดการจ่ายไฟ (De-energize) หลังการโอนถ่าย (Transfer) แล้ว และไม่อนุญาตให้ใช้สวิทช์ใดๆ ที่มีการติดตั้งอุปกรณ์การตัดตอนกระแสเกิน (Over current Trip Unit)

7.4 ไม่อนุญาตให้ใช้ระบบ ATS ซึ่งประกอบไปด้วยสวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติ (Circuit Breaker) สวิทช์แม่เหล็ก (Magnetic Contactor) ซึ่งไม่เหมาะกับการถ่ายโอนซ้ำไป-ซ้ำมา หรือถ่ายโอนระหว่างแหล่งจ่ายไฟฟ้า 2 แหล่ง ขณะที่กำลังจ่ายไฟฟ้าทั้งคู่

7.5 หน้าสัมผัสของสายศูนย์ (Neutral) ต้องสามารถทนกระแสได้เต็มพิกัดตามที่ระบุในแบบ

7.6 เมื่อทำการถอดชุด ATS ออกเพื่อเปลี่ยน หรือทำการซ่อมบำรุงแผงสวิตช์ฯ ยังคงสามารถเลือกรับไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าหลัก หรือไฟฟ้าสำรองได้ตามความต้องการผ่านระบบ Manual

7.7 การ By-Pass จะต้องไม่เกิดการขาดหายของไฟฟ้าสู่ภาระไฟฟ้า และสามารถทำการ By-Pass ได้ โดยไม่ต้องปลดภาระไฟฟ้าออก

7.8 แผงควบคุมสวิทช์ (Microprocessor Controller)

7.8.1 ชุดควบคุมการทำงานแบบ Solid State จะต้องมีอุปกรณ์ประกอบ เป็นของผู้ผลิตเดียวกับตัวสวิทช์ และควบคุมการทำงานด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ และต้องสามารถติดต่อแบบอนุกรม ผ่านอุปกรณ์สำหรับการติดต่อแบบอนุกรมโดยเฉพาะ (Optional Serial Communication Module) เพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและ ATS ได้ดังนี้

7.8.1.1 Source Monitoring ซึ่งประกอบด้วย Under voltage - Sensing Devices

7.8.1.2 Time Delay on Starting ปรับค่าได้ระหว่าง 0-30 วินาที

7.8.1.3 Time Delay on Transfer ปรับค่าได้ระหว่าง 0-30 วินาที

7.8.1.4 Time Delay on Retransfer to Normal Source ปรับค่าได้ระหว่าง 0-5 นาที

7.8.1.5 Time Delay on Engine Shutdown ปรับค่าได้ระหว่าง 0-15 นาที

7.8.1.6 Engine Generator Exercise Timer เพื่อเดินเครื่องโดยไม่สับเปลี่ยนไปจ่ายโหลดโดยตั้งให้เครื่องเดินทุกสัปดาห์ ครั้งละ 10-15 นาที

7.8.2 แผงควบคุมเชื่อมต่อกับตัวสวิทช์โดยผ่านปลั๊กเชื่อมสาย (Wiring Harness) ซึ่งสามารถปลดออกได้เมื่อมีความจำเป็นเช่นในการบำรุงรักษา วงจรตรวจจับและควบคุมต้องถูกประกอบบนแผ่นวงจรพิมพ์แบบหลายชั้น (Multi-layer Printed Circuit Boards) อุปกรณ์รีเลย์ (Relays) ที่ใช้ต้องเป็นเกรดใช้ในงานอุตสาหกรรม ติดตั้งลงบนแผ่งวงจรด้วยขั้วสำหรับถอดเปลี่ยนได้ (Plug-In Type) และมีฝาครอบป้องกันฝุ่น แผงควบคุมต้องมีกล่องห่อหุ้ม ซึ่งแยกคนละส่วนกับสวิทช์ เพื่อผลด้านความปลอดภัยในขณะบำรุงรักษาหรือปรับตั้งค่าต่างๆ

7.9 ต้องมี Selector Switch เพื่อเลือกการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดังนี้

7.9.1 "Engine Off" เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะไม่ทำงานไม่ว่ากรณีใด

7.9.2 "Auto" ระบบจะทำงานโดยอัตโนมัติตามปกติ

7.9.3 "Test With Transfser" สำหรับทดสอบระบบการทำงานเหมือนจริงทุกประการ

7.9.4 "Test Without Transfer" สำหรับทดสอบระบบการทำงานโดยสวิทช์ไม่มีการสับเปลี่ยน

7.10 มี Auxiliary Contact ชนิด DPDT สำหรับใช้ในการควบคุมการทำงาน และการต่อใช้งานร่วมกับระบบอื่นตามที่กำหนดในแบบอย่างพอเพียง

7.11 มี Indicating Lamp ติดตั้งที่ด้านหน้าตู้ เพื่อแสดงสภาวะการทำงาน "Normal" และ "Transfer"

8. อุปกรณ์และเครื่องวัดสำหรับแผงจ่ายไฟฟ้ารวม

8.1 แผงสวิทช์จ่ายไฟฟ้ารวมจะต้องมีอุปกรณ์เครื่องวัดและอุปกรณ์ประกอบ เช่น Control Wiring, Mimic Bus, Name Plate และอื่นๆ ตามข้อกำหนดในบท "เครื่องวัดและอุปกรณ์ประกอบสำหรับแผงสวิทช์จ่ายไฟฟ้า"

9. การติดตั้ง

9.1 ให้ติดตั้งตามจำนวน และตำแหน่งที่ระบุในแบบ หากเปลี่ยนแปลงจากแบบจะต้องได้รับความเห็นจากวิศวกรผู้ออกแบบเท่านั้น

9.2 ให้ยึดแผงสวิทช์จ่ายไฟฟ้ารวม ติดกับฐานคอนกรีตด้วย Expansion Bolts

9.3 แผงสวิทช์จ่ายไฟฟ้ารวมจะต้องวางบนฐานคอนกรีต หนาอย่างน้อย 10 ซม. และฐานต้องยาวเกินกว่าแผงสวิทช์ประมาณข้างละ 10 ซม.

9.4 การเคลื่อนย้าย หรือการเก็บแผงสวิทช์จะต้องทำด้วยความระมัดระวัง เพื่อมิให้เกิดความเสียหายต่อแผงสวิทช์

10. การทดสอบ

10.1 แผงสวิทช์จ่ายไฟฟ้ารวมจะต้องได้รับการตรวจสอบ และได้รับรองให้ใช้จากการไฟฟ้าท้องถิ่น กรณีที่เป็นข้อกำหนดของการไฟฟ้าท้องถิ่น

10.2 โรงงานผู้ผลิต จะต้องทำการทดสอบ Routine Tested และ Type Tested (License Assembly) ตามมาตรฐาน IEC61439-1 และ IEC61439-2 และจัดส่งเอกสารรับรองการทดสอบให้ผู้ควบคุมงานพิจารณา

10.3 ผู้รับจ้างต้องทำรายการคำนวณกระแสลัดวงจร และทำการปรับตั้งอุปกรณ์ป้องกันทุกตัวให้ทำงานสอดคล้อง (Coordination) โดยต้องแสดงรายละเอียดที่จะทำการปรับแต่งเสนอต่อผู้ควบคุมงานเพื่อพิจารณา

10.4 จะต้องทำการตรวจสอบ และทดสอบการทำงานโดยวิศวกรของผู้รับจ้าง ให้ผู้รับจ้างพิจารณาหรือมีรายงานผลการทดสอบและเซ็นรับรองโดยวิศวกรของผู้ผลิตก่อนที่จะนำเข้าติดตั้งในสถานที่ใช้งานอย่างน้อยดังนี้

10.4.1 การตรวจ ทดสอบค่าความเป็นฉนวนทางไฟฟ้า

10.4.2 การตรวจสอบการป้องกันทางด้านไฟฟ้า

10.4.3 การตรวจ ทดสอบวงจรควบคุม และอุปกรณ์เครื่องวัด

10.5 เมื่อครบกำหนดการรับประกัน ผู้รับจ้างต้องตรวจทำความสะอาดและทำการขันรอยต่อทุกจุด

หมวดที่ 12 เครื่องวัดและอุปกรณ์ประกอบสำหรับแผงสวิทซ์จ่ายไฟฟ้า

1. **Instruments และ Metering**

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

1.2 **Ammeter** : เป็นชนิดที่ต่อร่วมกับ Current Transformer ซึ่งมี Secondary Rated Current : 5A, มิเตอร์มีสเกลอ่านได้ตามขนาด Primary Current Rating, Accuracy Class :1.5 หรือดีกว่า, ติดตั้งแบบ Panel Flush Mounted ขนาด 96x96 มม.

1.3 **Ammeter Switch (AS)**: เป็นชนิดเลือกได้ 4 จังหวะเพื่อวัดกระแสไฟฟ้าได้ทั้ง 3 เฟส ทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 10 A.

1.4 **Voltmeter** : เป็นชนิดต่อตรงโดยไม่ผ่าน potential Transformer, มีสเกลอ่านได้ 0-500 V. หรือตามที่ระบุในแบบ, Accuracy Class : 1.5 หรือดีกว่า, ติดตั้งแบบ Panel Flush Mounted ขนาด 96x96 มม.

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

1.6 **Power Factor Meter** : เป็นแบบสำหรับใช้กับระบบไฟฟ้า 3 เฟส โดยต่อเข้ากับ Bus Voltage และ Current Transformer วัดได้ระหว่าง 0.5 Leading ถึง 0.5 Laging, Accuracy Class 1.5 หรือดีกว่าติดตั้งแบบ Panel Flush Mounted ขนาด 96x96 มม.

1.7 **Frequency Meter** : เป็นชนิด Vibrating Reed Type (13 Reeds) วัดได้ระหว่าง 45-55 Hz, Accuracy Class : 0.5, ติดตั้งแบบ Panel Flush Mounted ขนาด 96x96 มม.

1.8 **Kilowatthour Meter** (KWH) และ Kilowatt Meter (KW) : เป็นชนิด 1 เฟสหรือ 3 เฟส แบบธรรมดาหรือ Maximum Demand Type ตามที่กำหนด, ใช้สำหรับต่อตรงหรือใช้กับ CT, Accuracy Class 1.5% ติดตั้งแบบ Panel Flush Mounted ขนาด 96x96 มม.

1.9 **Digital Kilowatthour Meter or Energy Meter (DkWH)** : เป็นชนิด 1 เฟส หรือ 3 เฟส ติดตั้งบนราง DIN มีจอ LCD แสดงผล, ความแม่นยำตามมาตรฐาน IEC62053-21 Class 1, มี Communication port แบบ RS485 - Modbus Protocol, มี Software บันทึก/รายงานการใช้พลังงาน (ถ้าระบุในแบบ)

1.10 **Asymmetrical Relay** : เป็นรีเลย์ชนิด Solid state controlled สำหรับใช้กับไฟฟ้าระบบ 380/220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 แฮร์ตซ์ ซึ่งจะทำงานเมื่อแรงดันไฟฟ้าระหว่างเฟสแตกต่างกันโดยสามารถตั้งจุดที่ทำงานได้ระหว่าง 5% ถึง 15% รีเลย์ต้องมีคอนแทคชนิด Changeover จำนวนอย่างน้อย 2 อันทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 380 โวลต์ และทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 6 แอมแปร์ รีเลย์ต้องเป็นแบบ Tropicalized ชนิด Plug-in พร้อม Socket หรือต่อสายออกมามี Plug and socket ให้พร้อมทั้งชุด

1.11 **Under Voltage Relay** : เป็นรีเลย์ชนิด Solid state controlled สำหรับใช้กับไฟฟ้า 380 โวลต์ หรือ 220 โวลต์ 50 แฮร์ตซ์ สามารถตั้ง Cut-in point และต้องสามารถตั้งให้ Cut-out point อยู่ที่ 342 โวลต์ ได้ มีคอนแทคชนิด Changeover จำนวนอย่างน้อย 2 อัน ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 380 โวลต์และทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อย

กว่า 6 แอมแปร์ รีเลย์ต้องเป็นแบบ Tropicalized ชนิด Plug-in พร้อม socket หรือต่อสายออกมามี Plug and socket ให้พร้อมทั้งชุด

1.12 **Control Fuse** : ฟิวส์สำหรับระบบควบคุม และสำหรับป้องกันเครื่องวัดต่างๆ ให้ใช้ฟิวส์ตามมาตรฐาน IEC, DIN หรือ VDE ติดตั้งบนราง DIN ซึ่งสามารถป้องกันกระแสไฟลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 50 KA ที่ 380 V.

1.13 **Indicating Lamp** : ใช้ชนิดที่ผลิตตามมาตรฐาน IEC, DIN มีเลนส์สีด้านหน้า Rated Voltage 220 V ใช้หลอด LED

1.14 **Multifunction Digital Power Meter (DP)** : เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าแบบดิจิทัลมัลติฟังก์ชั่น ต้องเป็นแบบติดตั้งที่หน้าตู้แผงจ่ายไฟฟ้า ผลิตตามมาตรฐาน IEC61000, IEC62053-21 Class1 โดยมีคุณสมบัติความต้องการในการวัดค่าทางไฟฟ้าแต่ละแบบอย่างน้อยดังนี้

DP1 : วัดค่า kW, kWh, kVAR, kVA, Phase&Neutral Current, Voltage, Frequency, Pf, Individual THD%

DP2 : วัดค่า kW, kWh, kVAR, kVA, Phase Current, Voltage, Pf

DP3 : วัดค่า kW, kWh, kVA

โดยมีคุณสมบัติการวัดค่าทางไฟฟ้าอย่างน้อยดังนี้

- Power Supply : 230 VAC 50Hz
- Consumption : 5 VA or Less
- Operating Temp : $-20^{O}C$ to $50^{O}C$
- Accuracy : Voltage & Current 0.25%
  Power & Reactive Power 0.50%
- Communication Port : RS485, Modbus Protocol

มีจอแสดงผล LCD Display เพื่อแสดงค่าการวัดต่างๆ อย่างน้อยดังนี้

- Current : I-1, I-2, I-3, I-N
- Voltage : VL-L, VL-N
- Power : Kw, Kvar, KVA per phase & Total
- Power Factor : per phase & average 3 Ph
- Frequency : Incoming (Hz)
- Energy : Kwh, Kvarh

ต้องมี Analysis Function ในการวิเคราะห์และแสดงค่าสภาวะของระบบไฟฟ้าต่างๆอย่างน้อยดังนี้

- Total Harmonic Distortion (THD) ของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า
- Individual Harmonic Order 2^{nd} to 31^{st} ของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า
- Peak Demand with time stamp
- Max and Min Instantaneous Voltage & Current

1.15 **Surge Protection Device Type I** สำหรับป้องกันระบบไฟฟ้ากำลัง (Power Supply) ของตู้เมนไฟฟ้าแรงต่ำ ต้องมีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้

- Standard IEC61643-1, IEC6143-11
- ระบบการติดตั้งเป็นชนิด 3 Pole TNC
- Nominal Voltage 230/400V 50Hz
- MAX. Operate Voltage ไม่เกิน 350V
- Lighting impulse current ≥ 25 kA per phaseCurrent (10/350 us)
- Normal Discharge current ≥ 25 kA (8/20 us)
- Response time ไม่เกิน 100ns
- Follow current 50kA
- Voltage Protection level ≤ 2.5 kV
- Temporary over voltage ไม่น้อยกว่า 335V/5 Sec.
- Operating Temperature -40 ถึง +80°C
- Degree of protection ไม่น้อยกว่า IP20
- มี indicator แสดงสถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์

1.16 **Surge Protection Device Type II** สำหรับป้องกันระบบไฟฟ้ากำลัง (Power Supply) ของตู้เมนไฟฟ้าแรงต่ำ ต้องมีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้

- Standard IEC61643-1, IEC6143-11
- ระบบการติดตั้งเป็นชนิด 3 Pole TNS
- Nominal Voltage 230/400V 50Hz
- MAX. Operate Voltage ไม่เกิน 350V
- MAX. Discharge current ≥ 25 kA (8/20 us)
- Response time ไม่เกิน 25ns
- Voltage Protection level ≤ 1.5 kV
- Temporary over voltage ไม่น้อยกว่า 335V/5 Sec.
- Operating Temperature -40 ถึง +60°C
- Degree of protection ไม่น้อยกว่า IP20
- มี indicator แสดงสถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์

2. Control Wiring

2.1 สายคอนโทรลที่ใช้เดินภายในตู้ให้ใช้สายทองตีเกลียวชนิดอ่อน ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลท์ ฉนวนทนความร้อนได้ 70 องศา ขนาดหน้าตัดของสายไฟฟ้าต้องไม่เล็กกว่าดังนี้

- Current Circuit ใช้สายขนาดไม่เล็กกว่า 4 ตารางมิลลิเมตร
- Voltage Circuit ใช้สายขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร
- Control Circuit ใช้สายขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร

2.2 สายคอนโทรลที่ใช้เดินระหว่างตู้ที่ไม่ได้อยู่ติดกัน ให้ใช้สายชนิด Multi-Core Cable (CVV or Equal)

2.3 ต้นสายและปลายสายของสายคอนโทรลทุกเส้นต้องมีปลอกสวม และกำหนดหมายเลขเพื่อความสะดวกในการซ่อมบำรุง การยึดติดกับ Terminal Rail ต้องใช้หัวต่อสายแบบใช้เครื่องมือกลบีบ

2.4 การเข้าสายให้ต่อผ่านขั้วต่อสายชนิด 2 ด้าน (Terminal Rail) มีชื่อและหมายเลขแสดงอย่างชัดเจน และจะต้องมีขั้วต่อสาย เหลือสำรองไม่น้อยกว่า 20%

2.5 ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Schematic Wiring Diagram ซึ่งแสดงหมายเลขของสาย, หมายเลขของ Terminal Rail และการต่อวงจรของอุปกรณ์ต่างๆ เสนอเป็น Shop Drawing เพื่อขออนุมัติ

3. Terminal Rail

3.1 ขั้วต่อสายต้องมีพิกัดทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 V. Rated Current ไม่น้อยกว่า 10 A สำหรับวงจรควบคุมทั่วไป หรือต้องไม่น้อยกว่า 125% ของพิกัดกระแสสำหรับวงจรใช้งานอื่นๆ เป็นชนิด Molded-Block มีแผ่นฉนวนกั้นระหว่างแต่ละขั้ว, มีช่องสำหรับใส่ป้ายเพื่อแสดงหมายเลขของขั้วต่อสาย

4. Symbols และ Mimic Diagram

4.1 บนฝาด้านหน้าตู้ต้องมีการจัดทำ Mimic Bus ทำด้วยพลาสติกสีดำ (สำหรับวงจรไฟฟ้าปกติ) และสีแดง(สำหรับวงจรไฟฟ้าฉุกเฉิน)มีขนาดความกว้างประมาณ 10 มม.หนาประมาณ 3 มม. เพื่อแสดงสัญลักษณ์ของอุปกรณ์และการต่อวงจรในลักษณะ Single line

5. Name Plate และป้ายเตือนต่างๆ

5.1 ทำด้วยพลาสติกสีขาวหรือสีดำ ตัวหนังสือแกะสลักบนแผ่นพลาสติก แล้วทาสีที่ตัวหนังสือเป็นสีดำ หรือขาวเพื่อให้แตกต่างจากแผ่นพลาสติก ขนาดความสูงไม่น้อยกว่า 20 มม.

5.2 Mimic Diagram ให้ติดตั้งที่แผงจ่ายไฟฟ้าแรงสูง, MDP และ EDP เท่านั้น

5.3 Name Plate ให้ติดตั้งสำหรับอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้ ชื่อหมายเลขแผงสวิทช์ไฟฟ้าแรงสูง, หม้อแปลงไฟฟ้า, แผงสวิทช์จ่ายไฟฟ้ารวม (MDP), แผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน (EDP), แผงสวิทช์จ่ายไฟฟ้ารอง (SDP ,MCC), แผงสวิทช์จ่ายไฟฟ้าย่อย (LC),และอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็น

5.4 ต้องจัดทำป้ายเตือนต่างๆ เช่น “อันตรายไฟฟ้าแรงสูง” ตามมาตรฐาน วสท. การไฟฟ้านครหลวง หรือตามที่การไฟฟ้าภูมิภาคกำหนด

หมวดที่ 13 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นแบบที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลเป็นต้นกำลัง ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องเป็นรุ่นล่าสุดที่ผู้ผลิตทำขึ้นจำหน่าย

1.2 พิกัดกำลังที่ระบุ หมายถึง กำลังที่ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถจ่ายได้เป็นอย่างต่ำ โดยที่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ เข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแล้ว และโดยที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ติดตั้งอยู่ที่สถานที่ติดตั้งตามแบบ โดยอ้างอิงที่อุณหภูมิโดยรอบ 40 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพันธ์ 50 เปอร์เซนต์ มี Powerfactor 0.8 Lagging

1.3 ในการจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐานของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) พร้อมทั้ง ให้ผู้ขายสำรวจสถานที่ติดตั้ง รวมทั้งสาธารณูปโภคต่างๆจนมีความเข้าใจเป็นอย่างดีก่อนการติดตั้งจริง

1.4 ก่อนจัดซื้อ/ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะต้องทำการเสนอข้อมูลของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ที่สอดคล้องกับที่ระบุในรูปแบบ/รายละเอียดประกอบแบบนี้ โดยต้องมีข้อมูลที่จำเป็นต่อการพิจารณาอย่างน้อย ดังนี้

1.4.1 แบบของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พร้อมด้วยความต้องการต่างๆ ในการสร้างฐานเครื่อง

1.4.2 คำบรรยายรายละเอียดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ให้ระบุพิกัดกำลังของเครื่องชุดที่เสนอด้วยถ้าคำบรรยายรวมถึงเครื่องหลายแบบรวมกัน ให้ชี้เฉพาะถึงเครื่องแบบที่เสนอให้ชัดเจน

1.4.3 แบบและคำบรรยายของอุปกรณ์ประกอบที่เสนอมา พร้อมกับชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

1.4.4 ตารางแสดงข้อมูลของเครื่องยนต์ ประกอบด้วยข้อมูลอย่างน้อยดังนี้

- ชื่อเครื่องยนต์ และประเทศผู้ผลิต
- จำนวนกระบอกสูบ
- ขนาดของกระบอกสูบ (มม)
- ช่วงชัก (มม)
- ปริมาตรของเครื่องยนต์ (ลบ.ซม)
- BMEP at Rated kw Output
- ชื่อผู้ผลิตชนิดของ Generator และประเทศผู้ผลิต
- พิกัดกำลัง (kVA) ของ Generator
- ชนิดของ Exciter

2. ข้อกำหนดสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล

2.1 ต้องเป็นเครื่องยนต์แบบ 2 หรือ 4 จังหวะ จุดระเบิดด้วยความร้อนจากแรงอัด ใช้น้ำมันดีเซลแบบที่มีจำหน่ายทั่วไปในประเทศไทยเป็นเชื้อเพลิง

2.2 แรงม้าของเครื่องยนต์ต้องไม่ต่ำกว่า 1.5 แรงม้าต่อกิโลวัตต์ ที่สถานที่ติดตั้งและอุณหภูมิโดยรอบตามที่กำหนด โดยต้องส่ง Curve แสดงลักษณะการทำงานที่ผู้ผลิตเครื่องยนต์รับรองแล้วว่า ใช้สำหรับการใช้ผลงานสำรองของเครื่องยนต์นั้นๆ มาด้วย

2.3 ความเร็วของเครื่องยนต์ขณะจ่าย Load เต็มพิกัด ต้องอยู่ระหว่าง 1000-1500 RPM

2.4 ระบบควบคุมความเร็วของเครื่องยนต์ (Governor) ต้องเป็นแบบ Electrical Load Sensing (Electronic control with electrical actuator) ทั้งนี้ต้องควบคุมรอบของเครื่องยนต์เพื่อให้ความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่จ่ายออกอยู่ระหว่าง 50 แฮร์ตซ์ ± 0.25% ในกรณีที่ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองมากกว่า 1 เครื่องและระบุว่าจะมีการต่อขนานเข้าด้วยกันจะต้องมีชุด Synchronizer ใช้เพื่อการต่อขนานด้วย

2.5 ระบบเชื้อเพลิง ในระบบต้องมีเครื่องกรองน้ำมันแบบเปลี่ยนไส้ได้ ติดตั้งตามตำแหน่งที่เข้าบำรุงรักษาได้สะดวก ระบบเชื้อเพลิงต้องมีอุปกรณ์สำหรับกักน้ำที่อาจจะปนอยู่ในน้ำมันเชื้อเพลิง และต้องมีสัญญาณแจ้งเตือน

2.6 ในระบบหล่อลื่นต้องมีเครื่องกรองน้ำมันหล่อลื่นติดตั้งไว้ในที่ๆ บำรุงรักษาได้สะดวก เครื่องกรองต้องมี Bypass ทำงานด้วยสปริงเพื่อให้น้ำมันหล่อลื่นไหลผ่านได้ ถ้าไส้กรองตัน

2.7 การกรองอากาศต้องมีเครื่องกรองอากาศที่จะใช้กับเครื่องยนต์อย่างน้อย 1 ชุด เครื่องกรองอากาศอาจจะเป็นแบบแห้งหรือแบบมีน้ำมัน (Oil Bath) ก็ได้

2.8 ระบบสำหรับติดเครื่องยนต์ต้องเป็นแบบทำงานได้ทั้งโดยอัตโนมัติและ Manual โดยใช้แบบเตอรี่ขนาด 24 โวลต์

2.9 แบตเตอรี่และระบบประจุไฟให้แบตเตอรี่

2.9.1 แบตเตอรี่ให้ใช้แบบ Lead-Acid ขนาด 24 โวลต์ เป็นแบบที่จัดหาในประเทศไทยได้ แบตเตอรี่ต้องมีความจุพอที่จะใช้ติดเครื่องยนต์ได้อย่างน้อย 4 ครั้ง โดยสามารถสตาร์ทแต่ละครั้งใช้เวลาไม่น้อยกว่า 10 วินาที และหยุดพัก 7 วินาที โดยไม่ต้องประจุไฟใหม่ และพร้อมกันนั้นยังสามารถใช้งานได้กับระบบอัตโนมัติ ระบบควบคุม ระบบเตือน และ/หรือระบบอื่นๆ

2.9.2 ระบบประจุไฟให้แบตเตอรี่ ต้องเป็นระบบอัตโนมัติ ใช้วงจร Solid State ประจุไฟด้วยแรงดันคงที่ สามารถประจุไฟให้แบตเตอรี่ได้เต็มโดยเร็วตามสมควรแต่ไม่เกิน 12 ชั่วโมง ระบบประจุไฟให้แบตเตอรี่ต้องเป็นแบบใช้ไฟ 220 โวลต์ 1 เฟส 50 แฮร์ตซ์ และต้องมีโวลต์มิเตอร์ แอมมิเตอร์ สวิตซ์และฟิวส์ติดตั้งมาด้วย

2.10 เครื่องวัดประจำเครื่องยนต์ ที่แผงควบคุมของเครื่องยนต์ต้องมีเครื่องวัดอย่างน้อย ดังนี้

2.10.1 เครื่องวัดอุณหภูมิน้ำ

2.10.2 เครื่องวัดอุณหภูมิ และเครื่องวัดแรงดันของน้ำมันหล่อลื่น

2.10.3 เครื่องวัดรอบของเครื่องยนต์

2.10.4 นาฬิกาจับเวลาแสดงเวลารวม ที่เครื่องยนต์ทำงาน

2.11 ระบบระบายความร้อน จะต้องมีระบบระบายความร้อนจัดมาพร้อมเสร็จกับเครื่องยนต์ โดยมีขนาดพอที่จะไม่ทำให้เครื่องยนต์ร้อนเกินกำหนดในขณะทำงานและจ่ายไฟเต็มที่ตามพิกัดในสถานที่ตั้งและอุณหภูมิโดยรอบตามที่ระบุสำหรับเครื่องยนต์นั้น ๆ ในกรณีที่ใช้ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ หม้อน้ำและพัดลมอาจจะเป็นแบบที่ติดอยู่กับเครื่องหรือเป็นแบบติดตั้งแยกกันตามที่กำหนดในแบบ ในกรณีหม้อน้ำและพัดลมที่ติดตั้งแยกจากเครื่องยนต์ถ้าหากเครื่องสูบน้ำในเครื่องมีขนาดไม่เพียงพอ จะต้องจัดหาเครื่องสูบน้ำที่ขับด้วยเครื่องยนต์ ซึ่งมีขนาดเพียงพอมาด้วย และพัดลมต้องขับด้วยมอเตอร์แบบ Totally Enclosed ใช้ไฟ 380 โวลต์ 3 เฟส ให้ผู้เสนอเครื่องยนต์กำหนดหรือแนะนำน้ำยาที่ใช้เติมในน้ำระบายความร้อน เพื่อกันการผุกร่อนมาด้วย

2.12 ระบบไอเสีย จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ระงับเสียงหรือหม้อเก็บเสียง เพื่อลดเสียงลงจนถึงระดับที่ใช้ได้กับบริเวณที่อยู่อาศัยคือระดับเสียงไม่เกิน 90 dBA หรือตามที่กำหนด ระบบไอเสียต้องออกแบบให้แรงดันสะท้อนกับไปสู่เครื่องยนต์ไม่เกินกว่าที่ผู้ผลิตเครื่องยนต์แนะนำ หรือกำหนดไว้ การออกแบบและเลือกใช้วัสดุในส่วนที่มีการสั่นสะเทือนและ/หรือมีการยืดตัวเนื่องจากความร้อน ต้องใช้วัสดุที่ป้องกันหรือลดการสั่นสะเทือนและต้องมีวิธีการป้องกันการเสียหายของระบบไอเสียเนื่องจาก การยืดตัวจากความร้อนที่อุณหภูมิสูงจนถึง 600 องศาเซลเซียส นอกจากนั้นต้องมีจุดระเบิดระบายน้ำที่กลั่นตัวออกจากระบบไอเสียด้วย

2.13 แผงควบคุมเครื่องยนต์จะต้องมีระบบอัตโนมัติเพื่อควบคุม และเพื่อทำให้เกิดเสียงและ/หรือไฟเตือนที่แผงควบคุมเครื่องหรือที่แผงอื่นตามที่กำหนดในกรณีต่าง ๆ ดังนี้

2.13.1 เครื่องควบคุมดับเครื่องยนต์ในกรณีแรงดันน้ำมันเครื่องต่ำ

2.13.2 เครื่องควบคุมดับเครื่องยนต์ในกรณีอุณหภูมิของน้ำระบาย ความร้อนสูงเกิน (ถ้าเป็นเครื่องยนต์ระบายความร้อนด้วยน้ำ) หรือปริมาณน้ำสำหรับระบายความร้อนน้อยกว่าปกติหรือสายพานขาด

2.13.3 เครื่องควบคุมดับเครื่องยนต์ในกรณีอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องยนต์สูงกว่าปกติ

2.13.4 เครื่องควบคุมดับเครื่องยนต์ในกรณีความเร็วของเครื่องยนต์สูงเกิน

2.13.5 เครื่องควบคุมส่งสัญญาณเตือนในกรณีระดับน้ำมันเชื้อเพลิงต่ำกว่าที่กำหนดและ/หรือหมดถัง

2.13.6 เครื่องควบคุมดับเครื่องยนต์ในกรณีระบบ Overcrank

2.14 ฐานเครื่องและส่วนที่ยึดติดกับอาคารของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองต้องมีฐานเป็นโครงเหล็ก เหมาะที่จะติดตั้งบนฐานคอนกรีต และต้องมีที่รองป้องกันการสั่นสะเทือนแบบสปริง จัดมาพร้อมเพื่อติดตั้งระหว่างฐานโครงเหล็กและพื้นคอนกรีตส่วนใด ๆ ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองหรืออุปกรณ์ประกอบที่มีการสั่นสะเทือนที่ต้องยึดติดกับตัวอาคาร จะต้องใช้วัสดุหรือวิธีการเพื่อลดการสั่นสะเทือนจนได้ระดับที่วิศวกรยอมรับ

3. ข้อกำหนดสำหรับ Generator

3.1 Generator ต้องมีพิกัดกำลังตามที่ระบุในแบบเป็นเครื่องจ่ายไฟระบบ 380/220 โวลต์ (หรือ 400/230 โวลต์) 3 เฟส 4 สาย ตามที่กำหนด

3.2 ลักษณะการสร้าง Generator จะต้องได้รับการออกแบบให้เป็นแบบที่ทนทานต่อสภาวะอากาศของประเทศไทย กันน้ำที่หยดหรือกระเซ็นได้และเป็นแบบใช้สนามแม่เหล็กเคลื่อนที่เพลาของ Generator จะต้องทำให้มีสมดุลย์ได้จนถึงความเร็ว 125% ของพิกัดความเร็วของเครื่อง Generator ต้องมีลักษณะกะทัดรัด และเหมาะสำหรับการใช้งานหนักฉนวนที่ใช้ใน Stator และ Rotor ให้ใช้ Class B และ Class F ตามลำดับหรือดีกว่าลักษณะของขดลวดสนามแม่เหล็กต้องประกอบด้วยขดลวด Amortisseur เพื่อประโยชน์เมื่อต้องใช้ Generator ทำงานแบบต่อขนานระบบ Excitation ของ Generator อาจจะใช้แบบที่ติดตั้งร่วมอยู่บนเพลาของ Rotor และใช้ Diode ประกอบหรือจะใช้แบบวงจร Solid State จ่ายไฟผ่าน Slip Rings ก็ได้ อุปกรณ์ควบคุมแรงดันไฟฟ้าให้ติดตั้งไว้ที่ข้างๆ Generator โดยมีที่ครอบแบบกันน้ำหยดหรือกระเซ็นได้ Generator ต้องมี Reostat สำหรับปรับแรงดันไฟฟ้าได้สูงต่ำจากพิกัดแรงดันไฟฟ้าอย่างน้อย 10 % โดยติดตั้งมาพร้อมเสร็จกับเครื่อง

3.3 Generator จะต้องมีอุปกรณ์ปรับแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติ ระหว่างที่เดินตัวเปล่ากับเมื่อมี Load ตามพิกัด เพื่อให้อยู่ระหว่าง ±2% ของพิกัดแรงดันไฟฟ้าในภาวะที่ Generator ทำงานในสภาพปกติ (Steady State) แรงดันไฟฟ้า

จะเปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน 1 Cycle ต่อวินาทีเมื่อมี Load เพิ่มขึ้นทันทีภายใน 90% ของ Rated load แรงดันของ Generator จะตกได้ไม่เกิน 20% ของพิกัดแรงดันไฟฟ้า ถ้ากล่าวไว้ในที่อื่นว่าใช้สำหรับระบบคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่หรืออุปกรณ์อื่นที่มีลักษณะการใช้ไฟคล้ายกันแรงดันจะต้องตกได้ไม่เกิน 10 % ของพิกัดแรงดันไฟฟ้าและแรงดันที่ตกนี้ต้องเพิ่มขึ้นสู่ระดับเดิมภายใน 1.5 วินาที ความสม่ำเสมอคงที่ทางด้านความถี่ ระหว่างที่เดินตัวเปล่ากับเมื่อจ่าย Rated Load จะต้องเป็นไปตามความสามารถในการทำงานของเครื่องควบคุมความเร็วของเครื่องยนต์เมื่อ Load ของ Generator เพิ่มขึ้นทันทีภายใน 90% ของ Load ตามพิกัดความถี่ของ Generator จะต้องกลับคืนสู่ค่าปกติภายใน 5 วินาที

4. อุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์ประกอบ

4.1 แผงควบคุมของ Generator ต้องเป็นแบบติดผนังหรือติดตั้งกับพื้นหรือติดตั้งกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แผงควบคุมต้องประกอบด้วยอุปกรณ์และเครื่องวัดตามที่ระบุไว้ เช่น เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าเครื่องวัดความถี่ Selector Switch และสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ เป็นต้น ในแผงควบคุมนี้ให้รวมชุดของวงจรที่ใช้ในการติดเครื่องเข้าไว้ด้วย

4.2 ระบบอัตโนมัติสำหรับติด/ดับเครื่องยนต์อุปกรณ์และวงจรนี้ใช้สำหรับติดเครื่องต้องทำไว้ให้หมุนเครื่องยนต์ และพักสลับกันโดยหมุนได้ 4 ครั้งและพัก 3 ครั้ง หรือตามที่ผู้ว่าจ้างยินยอม ระบบติดเครื่องยนต์อัตโนมัติในส่วนที่อยู่ในแผงควบคุม ต้องมีตำแหน่งให้เลือกใช้งาน 3 ตำแหน่ง คือ Automatic, Off และ Manual ในระบบที่กล่าวนี้ต้องมีไฟเตือน (ทำงานด้วยไฟตรง 24 โวลต์) ซึ่งจะติดเมื่อได้หมุนเครื่องยนต์ 4 ครั้งแล้วและเครื่องไม่ติด นอกจากนี้จะต้องมีระบบเสียงเตือน ซึ่งจะทำงานเมื่อเครื่องยนต์ดับเพราะการทำงานของระบบป้องกันเครื่องยนต์

4.3 อุปกรณ์เตือนเมื่อเกิด Generator Fault จะต้องมีอุปกรณ์เพื่อตรวจ Ground Fault ตั้งแต่ภายใน Generator จนถึงสวิตช์ตัดตอนอันแรกภายนอกเครื่อง เมื่ออุปกรณ์ดังกล่าวตรวจพบว่าเกิด Ground Fault จะทำให้เกิดสัญญาณเตือนโดยแสงหรือเสียง หรือทั้งสองอย่างตามที่กำหนดแหล่งที่แจ้งสัญญาณแสง/เสียงให้ติดตั้งไว้ที่แผงควบคุม Generator นอกจากจะกำหนดเป็นอย่างอื่น สัญญาณเตือนเมื่อเกิด Ground Fault นี้ปิดได้โดยวิธี Manual

4.4 อุปกรณ์สำหรับใช้งานเมื่อไฟปกติดับ ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองต้องมีอุปกรณ์ที่ใช้ทำงานร่วมกันกับชุด Automatic Transfer Switch ซึ่งมีรายละเอียดตามที่กล่าวในข้อกำหนดนี้ โดยที่เมื่อใช้งานร่วมกันแล้ว สามารถต่อไฟจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองเข้าใช้แทนไฟปกติได้ตามเวลาอย่างช้าตามที่กำหนด แต่ไม่เกิน 10 วินาที พร้อมกับทำหน้าที่อื่น ๆ ตามที่กำหนดได้ทุกประการ ผู้เสนอชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองต้องนำข้อกำหนด ของชุด Automatic Transfer Switch มาพิจารณาเพื่อจัดอุปกรณ์ในข้อนี้ให้ครบ

4.5 การป้องกันวงจรควบคุม วงจรเตือน และเครื่องวัดวงจรควบคุม วงจรเตือน และเครื่องวัด ต้องมีการป้องกัน เช่น ใช้ฟิวส์ที่เพียงพอ

4.6 สัญญาณเตือนนอกเหนือจากที่ระบุไว้ในที่อื่น ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองต้องมีสัญญาณเตือนเสียงหรือให้แลเห็นได้อย่างน้อยดังนี้

4.6.1 ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองไม่ทำงาน

4.6.2 ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองกำลังจ่าย load

4.6.3 เครื่องประจุแบตเตอรี่ไม่ทำงาน

4.6.4 อุปกรณ์สำหรับติดเครื่องยนต์ไม่ทำงาน

5. การติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

5.1 การติดตั้งและการปรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และอุปกรณ์ประกอบให้ทำตามที่กำหนดในแบบและตามที่ผู้ผลิตแนะนำ ในกรณีที่จะต้องมีการปรับตำแหน่งในการติดตั้งบ้างเล็กน้อยจากแบบ เพื่อให้ได้ลักษณะการใช้งานที่ดีขึ้น ผู้รับจ้างต้องไม่คิดค่าจ้างเพิ่มเติม ถ้ามีอุปกรณ์ที่ต้องจะติดตั้งไว้เพื่อใช้ในการบำรุงรักษา เช่น รอก ให้ถือว่าเป็นอุปกรณ์ประกอบและผู้รับจ้างต้องติดตั้งด้วย โดยไม่คิดค่าจ้างเพิ่มเติม

5.2 มีถังน้ำมันประจำเครื่อง (Day Tank) อยู่ในอาคาร และถังน้ำมันสำรอง (Fuel Storage Tank) อยู่นอกอาคาร ขนาดบรรจุไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ พร้อมระบบสูบน้ำมันอัตโนมัติ และระบบมือหมุนที่สามารถใช้งานแทนกันได้เมื่อระบบสูบอัตโนมัติขัดข้อง ติดตั้งควบคู่กันเพื่อสูบน้ำมันจากถังน้ำมันสำรอง ที่ติดตั้งอยู่ภายนอกอาคาร

5.3 ถังน้ำมันทุกชนิดที่กำหนดให้ใช้ต้องสามารถบรรจุน้ำมันดีเซลได้ตามปริมาตรที่กำหนด ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และต้องมีปริมาณถังเหลือพอสำหรับการขยายตัวของน้ำมันทุกระดับอุณหภูมิที่อาจเกิดขึ้น

5.3.1 ถังน้ำมันใต้ดิน และถังน้ำมันภายนอกอาคาร ในการทำถังให้ทำความสะอาดด้วยวิธีพ่นทราย ก่อนการพ่นสีรองพื้นและพ่นสีอีป๊อกซี่ทั้งด้านในและนอกถัง

5.4 ให้ทำฐานคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดหนาไม่น้อยกว่า 100 มม. ซึ่งสามารถรับน้ำหนักและความสั่นสะเทือนได้เพียงพอสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและเครื่องยนต์ หม้อน้ำ เครื่องสูบน้ำมัน และแผงควบคุม ฐานคอนกรีต ให้ทาสีชนิดอิป๊อกซี่

5.5 ขนาดและความโค้งของท่อไอเสีย ต้องคำนวณโดยเมื่อติดตั้งแล้วแรงดันไอเสียที่สะท้อนกลับไปสู่เครื่องยนต์ต้องไม่เกินที่ผู้ทำเครื่องยนต์กำหนดท่อไอเสียให้ใช้ท่อเหล็กดำ Schedule 40 หรือดีกว่า หม้อเก็บเสียงและท่อไอเสียส่วนที่อยู่ในอาคาร และที่ตำแหน่งที่อาจสัมผัสได้ทั้งในและนอกอาคารให้หุ้มด้วยฉนวนไฟเบอร์กลาสชนิดแข็ง หรือ Rock Wool แล้วหุ้มด้วยแผ่นอลูมิเนียมหนาไม่น้อยกว่า 0.5 มม. ส่วนที่อยู่นอกอาคารต้องกันน้ำเข้าได้ดี การติดตังท่อไอเสียต้องทำเผื่อการยืดและหดของท่อไอเสียที่จะเกิดขึ้นได้ที่อุณหภูมิสูงถึง 600 องศาเซลเซียส การต่อหม้อเก็บเสียงกับท่อไอเสียให้ต่อผ่านท่ออ่อนยาวอย่างน้อย 300 มม. หม้อเก็บเสียงให้ติดตั้งใกล้เครื่องยนต์เท่าที่จะทำได้และเมื่อช่องระบายไอเสียอยู่ไกลออกไปมาก จะต้องติดตั้งหม้อเก็บเสียงตามที่ต่างๆ ของท่อไอเสียอีก โดยต้องทำให้ลดระดับเสียงลงได้จนถึงระดับที่เหมาะกับบริเวณที่อยู่อาศัย

5.6 ท่อน้ำมัน ให้ใช้ท่อเหล็กดำ ด้านนอกทาสีกันสนิม และทาทับด้วยสีชนิดป้องกันน้ำมันได้ สีตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด ถ้าหากฝังดินให้ทาด้วยสาร bituminous ส่วนที่ต่อเข้าเครื่องยนต์ ให้ใช้ท่ออ่อนแบบเสริมแรงท่อน้ำมันต้องห่างไม่น้อยกว่า 50 มม. จากพื้นผิวที่ร้อนเกิน 220 องศาเซลเซียส ส่วนของท่อน้ำมันที่เป็นท่ออ่อนต้องทำด้วยวัสดุที่เหมาะกับการใช้งานได้ที่อุณหภูมิสูงถึง 220 องศาเซลเซียส

5.7 ท่อน้ำสำหรับใช้ติดตั้งหม้อน้ำแบบตั้งแยกนอกอาคาร ให้ใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสีตาม มอก. 26-2526 ประเภทที่ 1 หรือดีกว่า ส่วนที่ฝังดินให้ทาด้วยสาร Bituminous

5.8 ท่อลมสำหรับเครื่องระบายความร้อนด้วยอากาศ ต้องมีท่อลมเข้า-ออกมีขนาดตามที่จำเป็น ปลายท่อลมต้องมีมุ้งลวดกันแมลง ท่อให้ทำด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสีขนาดหนา ที่ปิด/เปิดช่องทางเข้าและ/หรือออก จะทำเป็นแบบ Balanced หรือ Solenoid Operated ก็ได้

5.9 การติดตั้งหม้อน้ำแบบติดกับตัวเครื่อง หรือแบบติดแยกข้างผนังด้านนอกต้องมีตะแกรงกันนก และมีบานเกล็ดอัตโนมัติหรือกล่องเหล็กครอบช่อง เพื่อกันน้ำฝนเข้าได้

6. การทดสอบ

ถ้าในสัญญามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองจะทำตามข้อกำหนดและวิธีการดังนี้

6.1 ค่าใช้จ่ายในการทดสอบ ผู้รับจ้างจะเป็นผู้จัดหาและรับผิดชอบค่าใช้จ่ายสำหรับน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันหล่อลื่น น้ำ แรงงาน เครื่องมือ อุปกรณ์ และ/หรือวัสดุอื่นๆ เพื่อใช้ในการทดสอบได้ตามที่กำหนด

6.2 ตลอดการทดสอบ ให้บันทึกข้อมูลต่อไปนี้ไว้ ทุกๆ 15 นาที ในช่วงการทดสอบ

6.2.1 อัตราการจ่ายไฟ (กิโลวัตต์)

6.2.2 แรงดันไฟ (โวลต์)

6.2.3 ความเร็วของเครื่องยนต์ (รอบต่อนา ที)

6.2.4 อุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่น (องศาเซลเซียส)

6.2.5 อุณหภูมิของน้ำระบายความร้อนเข้าและออก (องศาเซลเซียส)

6.2.6 อุณหภูมิของไอเสีย (องศาเซลเซียส)

6.2.7 อุณหภูมิห้อง (องศาเซลเซียส)

6.3 การเดินเครื่องเพื่อทดสอบ ให้ทำตามลำดับติดต่อกันไป ดังนี้:-

6.3.1 เดินเครื่องโดยจ่ายไฟประมาณ 10% Rated Load 20 นาที ระหว่างเวลา 20 นาที นี้ ให้ปรับอุปกรณ์เครื่องวัดเครื่องควบคุม ทุกอย่างและตรวจดูให้แน่ใจว่าทำงานปกติ

6.3.2 เดินเครื่องโดยจ่ายไฟ 50% Rated Load 30 นาที

6.3.3 เดินเครื่องโดยจ่ายไฟ 100% Rated Load 60 นาที

6.3.4 เดินเครื่องโดยจ่ายไฟ 110% Rated Load 30 นาที

ตลอดเวลาที่ทดสอบนี้ ค่าต่าง ๆ ตามข้อ 6.2 จะต้องได้ตามที่ผู้ผลิตระบุไว้ถ้ามีข้อใดผิดปกติ ผู้รับจ้างต้องปรับเครื่องหรือแก้ไขจนกว่าจะใช้การได้ตามปกติ

6.4 หลังจากเดินเครื่องทดลองจ่ายไฟแล้ว ให้ทดสอบระบบที่ใช้เพื่อการเตือนหรือเพื่อป้องกันเครื่องยนต์ดังนี้

6.4.1 ค่อยๆ เพิ่มความเร็วเครื่องยนต์ขึ้น แล้วอ่านค่าความเร็วของเครื่องยนต์ขณะที่ระบบควบคุมความเร็วเกินทำงาน

6.4.2 เพิ่มอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นเครื่องยนต์ให้ร้อนขึ้นเรื่อยๆ แล้วอ่านค่าขณะที่ระบบเตือนน้ำอุณหภูมิสูงเกินทำงาน

6.4.3 ดับเครื่องยนต์ อ่านค่าแรงดันของน้ำมันเครื่อง ขณะที่ระบบเตือน แรงดันน้ำมันต่ำทำงาน ค่าต่างๆ ที่อ่านได้จะต้องตรงตามที่ตั้งไว้ หรือตรงกับที่ผู้ผลิตเครื่องยนต์ระบุ ถ้ามีค่าใดผิดปกติ ผู้รับจ้างต้องปรับหรือแก้ไขให้ถูกต้อง

6.5 ผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้กำหนดวันและเวลา ที่จะทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในการทดสอบ ให้ผู้รับจ้างจัดหา Dummy Load ขนาด 110% ของ Rated Load มาใช้ในการทดสอบโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ จากผู้ว่าจ้าง

6.6 เมื่อทดสอบเสร็จและผู้ว่าจ้างตรวจรับงานแล้ว ผู้รับจ้างต้องเติมน้ำมันให้เต็มถังทุกถัง ตามความจุของถังที่ระบุไว้ในแบบ

7. ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

7.1 ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องมีการควบคุมความดังของเสียง (Sound Reduction) โดยให้มีความดังของเสียงไม่เกิน 85 dBA วัดที่ระยะ 1 เมตร จากนอกห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไม่ว่าจะวัดจากด้านใด ระบบระบายอากาศต้องติดพัดลมขนาดไม่เล็กกว่าที่ระบุในแบบ แต่ต้องทำให้สามารถระบายอากาศได้เพียงพอ เพื่อรักษาอุณภูมิในห้องขณะเดินเครื่องไม่ให้เกิดประมาณ 45 องศาเซลเซียส

7.2 ผนังด้านในทุกด้านยกเว้นส่วนที่เป็นช่องลม ให้บุด้วยแผ่นใยหินชนิดแข็ง (Mineral Fiber Mat) ความหนาแน่นอย่างน้อย 80 kg/m แล้วบุด้วยแผ่นใยแก้วชนิดอ่อน (Glass Fiber Coated) หนา 0.08 มม. เพื่อป้องกันใยหลุดปลิว โดยยึดเข้ากับผนังหรือเพดาน เป็นระยะห่างกันประมาณ 20 ซม.

7.3 เพดานด้านใน หากไม่มีฝ้าแบบกันเสียง ให้ทำเหมือนผนัง ดังข้อ 7.2

7.4 ติดตั้ง Air Inlet and Outlet Sound Attenuators ที่ช่องลมเข้า ช่องลมออกของเครื่องยนต์ และช่องลมออกของพัดลมระบายอากาศ Attenuators ที่ใช้ ต้องเป็นชนิดที่ทำได้มาตรฐานสากล เหมาะสมกับเครื่องยนต์ที่ใช้

7.5 ติดตั้ง Inlet Air Grill With Sound Attenuator ขนาดไม่น้อยกว่า 2.40ม. x 2.40ม. และ Outlet Air Grill With Sound Attenuator ขนาดไม่น้อยกว่า 1.80ม. x 1.80ม. หรือ ขนาดของช่องอากาศ ต้องสอดคล้อง และเป็นไปตามมาตรฐานของผู้ขายเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถทำงานได้โดยปกติ

7.6 กรอบประตู ให้ใช้กรอบเหล็กอาบสังกะสีพ่นสีอบความร้อน บานประตูเป็นเหล็กอาบสังกะสีพ่นสีอบความร้อนแผ่นเหล็กมีความหนาเพียงพอ ในบานประตูระหว่างแผ่นเหล็กทั้งสองด้าน ใส่ใยหินชนิดแข็ง ชนิดเดียวกันกับข้อ 7.2 เพื่อกันเสียงออกได้ ที่กรอบบานประตูด้านในใส่ยางรอบ เพื่อกันเสียงออก ประตูนี้จึงให้ทำเป็นประตูกันเสียง (Acoustic Door)

7.7 ผู้รับจ้างต้องจัดทำระบบควบคุมความดังของเสียงรวมทั้งประตู และระบบระบายอากาศภายในห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ตามที่ระบุในแบบ ให้สามารถระบายอากาศได้เพียงพอขณะเดินเครื่องและทำให้อุปกรณ์ทั้งชุดทำงานได้ดีสมบูรณ์ รวมถึงป้องกันเสียงออกได้ตามที่ระบุ โดยจะต้องจัดทำเพิ่มเติมให้ดีพอโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่ม

7.8 แผ่นใยหินให้ใช้ผลิตภัณฑ์ ชนิดทนต่อความร้อนได้ตามมาตรฐาน ASTM E - 84 หรือเทียบเท่า ส่วนแผ่นใยแก้วต้องเป็นชนิดไม่ติดไฟตามมาตรฐาน BS476 หรือเทียบเท่า

7.9 ผู้รับจ้างต้องติดตั้ง INLET AIR GRILL ตามขนาดและตำแหน่งที่ระบุในรูปแบบ

8. **การใช้งาน การบำรุงรักษา และการรับประกัน**

8.1 การทดสอบ ก่อนติดตั้งชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง ผู้รับจ้างต้องส่งใบรับรองการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิตให้แก่ผู้ว่าจ้าง และหลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างต้องทดสอบชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองตามรายละเอียดการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

8.2 ผู้รับจ้างต้องพร้อมที่จะจัดหาอะไหล่ และ/หรือมาซ่อมชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองได้ตลอดเวลาในการรับประกันตามสัญญา

8.3 ผู้รับจ้างต้องจัดหา Fuse สำรอง สำหรับใช้ในตู้ควบคุม ทุกขนาดให้แก่ผู้ว่าจ้าง อย่างน้อย 1 ชุด

8.4 ผู้รับจ้างต้องจัดหา Standard Tools ที่มีความจำเป็นในการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ให้แก่ผู้ว่าจ้างอย่างน้อย ดังนี้

- ประแจปากตาย และประแจแหวน	จำนวน	1	ชุด
- ประแจเลื่อนขนาด 8 นิ้ว	จำนวน	1	ชุด
- ไขควง	จำนวน	1	ชุด
- คีมล็อค	จำนวน	1	ชุด
- ประแจหกเหลี่ยม	จำนวน	1	ชุด
- กล่องใส่เครื่องมือ	จำนวน	1	กล่อง

- เครื่องมืออื่นๆ ที่จำเป็นต้องใช้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

8.5 การบำรุงรักษา ผู้รับจ้างต้องส่งหนังสือคู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษา จำนวน 2 ชุด ให้แก่ผู้ว่าจ้าง และต้องจัดเครื่องมือที่ต้องใช้ในการบำรุงรักษาให้ครบ 1 ชุด หนังสือคู่มือต้องแยกกล่าวถึง เครื่องยนต์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระบบควบคุม ระบบเตือน และอุปกรณ์ประกอบ

8.6 ผู้รับจ้างต้องรับประกันว่าชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองที่จัดหานี้เป็นของใหม่ และมีการประกันต่อการเสียหายตามหลักเกณฑ์มาตรฐานที่ผู้ผลิตกระทำอยู่ ซึ่งต้องไม่น้อยกว่าระยะเวลาการรับประกันที่กำหนดไว้ในสัญญา นับแต่วันที่ผู้ว่าจ้างรับมอบงาน โดยการรับประกัน ครอบคลุมถึงเสียหายทั้งทางด้านวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ และฝีมือช่าง โดยถ้ามีการเสียหาย ผู้รับจ้างต้องซ่อมหรือแก้ไข และรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายสำหรับอะไหล่ ค่าแรง ค่าเดินทางและค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ทั้งสิ้น งานใด ๆ ที่ผู้รับจ้างต้องทำในระหว่างช่วงการรับประกัน จะต้องทำโดยไม่คิดค่าจ้างจากผู้ว่าจ้าง

หมวดที่ 14 เครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้าต่อเนื่อง (UPS)

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 เครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้าต่อเนื่องต้องเป็นแบบ Solid State ชนิด On-line Double Conversion

1.2 ต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC/EN62040-1,IEC/EN62040-2, IEC/EN62040-3

1.3 พิกัดการจ่ายกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 60kVA/54kW จำนวน 2 ชุด และมีระยะเวลาการสำรองไฟฟ้าต่อชุดไม่น้อยกว่า 15 นาที ที่ Full Load

1.4 เครื่อง UPS ต้องมีรูปแบบการทำงานแบบ System Plus System 2(N+1)

2. ส่วนประกอบที่สำคัญ

2.1 ชุด Rectifier/Charger

2.2 ชุด IGBT Inverter

2.3 ชุด Static bypass Switch

2.4 ชุด Maintenance bypass Switch

2.5 ชุด Battery และอุปกรณ์ป้องกัน

3. ลักษณะการทำงาน

3.1 สภาวะปกติ (Normal Mode)

3.1.1 แหล่งจ่ายไฟฟ้าจะจ่ายไฟให้กับเครื่อง UPS เป็นปกติ โดยชุด Rectifier จะทำงานและจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่สม่ำเสมอให้กับชุด Inverter ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนเป็นไฟฟ้ากระแสสลับคุณภาพดีเพื่อจ่ายให้กับโหลด พร้อมทั้งชุด Charger จะทำการประจุแบตเตอรี่ให้อยู่ในสภาพเต็มตลอดเวลา

3.2 สภาวะฉุกเฉิน (Emergency Mode)

3.2.1 เมื่อกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าเกิดการขัดข้อง ชุด Rectifier จะหยุดการทำงาน และ แบตเตอรี่จะจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับชุด Inverter ทดแทน เพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ขาดตอน หากแหล่งจ่ายไฟฟ้ายังไม่กลับคืนเป็นปกติจนเกินกว่าระยะเวลาการสำรองไฟฟ้าของแบตเตอรี่ เครื่อง UPS จะต้องหยุดตัวเองโดยอัตโนมัติ และเมื่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลักกลับคืนเป็นปกติ เครื่อง UPS จะต้องกลับมาทำงานได้ทันทีโดยอัตโนมัติ

3.3 สภาวะถ่ายโอนโหลด (Bypass Mode)

3.3.1 ในสภาวะโหลดของเครื่อง UPS ใช้งานเกินกำลัง หรือภายในเครื่อง UPS เองเกิดการขัดข้อง ชุด Static Bypass Switch จะทำหน้าที่โอนย้ายโหลดที่ต่ออยู่ไปยังแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลักโดยทันที และสามารถย้ายโอนกลับได้โดยอัตโนมัติเมื่อสภาวะโหลดหรือเครื่อง UPS กลับมาเป็นปกติ ทั้งนี้การโอนย้ายโหลดจะต้องไม่เกิดการขาดช่วง

3.4 สภาวะถ่ายโอนโหลดเพื่อบำรุงรักษา (Maintenance Bypass Mode)

3.4.1 เครื่อง UPS จะต้องมี Maintenance Bypass switch เพื่อการถ่ายโอนโหลดไปยังแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลัก ในกรณีต้องทำการซ่อมหรือบำรุงรักษาเครื่อง ทั้งนี้การโอนย้ายโหลดจะต้องไม่เกิดการขาดช่วง

4. คุณสมบัติทางเทคนิค

4.1 คุณสมบัติโดยรวม

4.1.1	Overall Capacity	:	60kVA at 0.9 p.f.
4.1.2	Overall Efficiency (double conversion mode)	:	ไม่น้อยกว่า 94%
4.1.3	Overall Efficiency (Eco Mode)	:	ไม่น้อยกว่า 97%
4.1.4	ระดับเสียงรบกวน	:	ไม่เกิน 68 dbA
4.1.5	ระดับป้องกัน	:	IP20

4.2 คุณสมบัติทางด้านเข้า (Input Characteristic)

4.2.1	Input Voltage	:	400V +10%,-15%
4.2.2	Input Frequency	:	50Hz ±10%
4.2.3	Input Power factor	:	0.99 lagging at full Load
4.2.4	Input THDI	:	<3%

4.3 คุณสมบัติทางด้านออก (Output Characteristic)

4.3.1	Output Voltage	:	400V ±1% หรือดีกว่า
4.3.2	Output Frequency (Synchronize mode)	:	50Hz ±2% หรือดีกว่า
4.3.3	Output Frequency (non synchronize mode)	:	50Hz ±0.5% หรือดีกว่า
4.3.4	Output Power factor	:	0.9 at 80% Load
4.3.5	THDU (linear load)	:	≤1%
4.3.6	THDU (non linear load)	:	≤5%
4.3.7	Overload Capacity	:	125% ไม่น้อยกว่า 1 นาที
		:	150% ไม่น้อยกว่า 5 วินาที
4.3.8	Crest factor	:	3:1 หรือดีกว่า (100% load)

4.4 Charger

4.4.1	DC Output Voltage Regulation	:	<±1%

4.5 Static bypass Switch

4.5.1 เครื่องจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉินต่อเนื่องแต่ละชุด ต้องมี Static Switch เพื่อโอนย้ายการจ่ายไฟฟ้าในกรณีที่เครื่อง UPS เกิดปัญหา โดยปราศจากการขาดช่วง

4.5.2 ต้องมีสมรรถนะขั้นต่ำดังนี้

4.5.2.1	Voltage	:	400VAC ±10% หรือดีกว่า
4.5.2.2	Frequency	:	50/60Hz ±2% หรือดีกว่า
4.5.2.3	Overload Capacity	:	125% ไม่น้อยกว่า 1 นาที, 150% ไม่น้อยกว่า 5 วินาที

4.5.2.4 Switching Time : ไม่เกินกว่า 2 ms

4.6 Maintenance bypass Switch

4.6.1 เครื่องจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉินต่อเนื่องแต่ละชุดต้องมี Maintenance Bypass Switch เพื่อโอนย้ายการจ่ายไฟฟ้าสำหรับการซ่อมบำรุงเครื่อง UPS

4.7 สภาวะแวดล้อม

4.7.1 Ambient Temp. : 0-40°C

4.7.2 Altitude : 0-1000 Meter

4.7.3 Relative humidity : 0%-90%

5. ระบบควบคุมและแสดงผลระยะไกล

5.1 เครื่อง UPS ต้องมีแผงควบคุมและแสดงผลหน้าตัวเครื่อง แบบ LCD และต้องแสดงผลอย่างน้อยดังนี้

5.1.1 Input : Voltage, Current, Frequency, Power

5.1.2 Output : Voltage, Current, Frequency, Power, Peak Power

5.1.3 Battery : Voltage, Charge/Discharge current, Remaining times

5.1.4 Bypass : Voltage, Frequency

5.1.5 UPS Cabinet Temperature

5.1.6 การแจ้งสัญญาณเตือนต่างๆ

5.2 ต้องมีระบบ Remote Management Software ใช้ Web browser ผ่านระบบเครือข่ายแบบ Ethernet เพื่อแสดงสภาวะการทำงานของเครื่อง และการแจ้งสัญญาณเตือนต่างๆ

5.3 เครื่องต้องสามารถแจ้งสัญญาณเตือนการเกิดสิ่งผิดปกติผ่าน Email ได้

5.4 เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับผู้ปฏิบัติงาน (Server/Operator Work station)

CPU	:	Intel Core i7 3.5 GHz หรือดีกว่า
RAM	:	ไม่น้อยกว่า 16 GB
Video Card	:	1 GB Dual Screen Display (ต่อได้ 2 จอภาพ) หรือดีกว่า
Hard Disk Drive	:	2 TB, SATA 7200 rpm หรือดีกว่า
Storage Devices	:	DVD / CD-RW
I/O Port	:	10/100/1000 Base-TX Lan, 4 USB, IEEE 1394, VGA, HDMI หรือดีกว่า
Operating System	:	Windows 10 PRO (Licenses) หรือ Compatible OS Server
Aecessories	:	keyboad & mouse

5.5 จอภาพมาตรฐาน ขนาด 27”

TYPE	:	27” LED Monitor (PAL)
Resolution	:	1920x1080 Pixels; Ratio 16:9 หรือดีกว่า
Contrast	:	3000 : 1 หรือดีกว่า
Brightness	:	500 Cd/m2 หรือดีกว่า

Respond Time : 3 ms หรือต่ำกว่า

6. แบตเตอรี่

6.1 แบตเตอรี่ต้องเป็นชนิดตะกั่วกรดแบบควบคุมแรงดันด้วยวาล์ว Valve Regulate Lead Acid (VRLA) ชนิด Maintenance Free ถูกออกแบบมาให้ใช้กับระบบ UPS โดยมี Design Life ไม่น้อยกว่า 10 ปี ที่อุณหภูมิ 25°C

6.2 ชุดแบตเตอรี่มีขนาดการสำรองกำลังไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 15 นาที ที่ 100% Load, 0.9 Power factor at End Discharge Voltage 1.70 Volt/Cell ต้องจัดทำรายการคำนวณประกอบการการขออนุมัติวัสดุ

6.3 แบตเตอรีแต่และชุด ต้องมีจำนวนเซลไม่เกิน 6 เซล/ลูก

6.4 วัสดุทำตัวถังและฝาปิด ต้องทำจากวัสดุ Durable Polypropylene หรือ ABS ไม่ลามไฟ (Frame Retardant)

6.5 ขั้วต่อต้องเป็นชนิดขั้วฝัง (Insert Terminal) รองรับการคายประจุสูงได้ดี และต้องมีสายต่อระหว่างชุดแบตเตอรี่ ต้องมีปลอกฉนวนหรือฝาครอบหุ้มขั้วต่อสายทุกชุด และแบตเตอรี่ทุกชุดต้องมี Serial Number หรือหมายเลขประจำลูก

6.6 ต้องมีสวิทซ์ตัดตอนอัตโนมัติเพื่อเป็นอุปกรณ์ป้องกันและตัดต่อวงจรของแบตเตอรี่ในแต่ละ String

6.7 เครื่อง UPS ต้องมีระบบ Battery Managements เพื่อการตรวจสอบและทำนุบำรุงให้แบตเตอรี่มีความคงทน ใช้งานเต็มประสิทธิภาพ ทั้งนี้ต้องมีความสามารถอย่างน้อยดังนี้

6.7.1 สามารถการปรับการชาร์จแบตเตอรี่ให้เหมาะสมกับอุณภูมิ

6.7.2 มีระบบการทำ Battery Testing เพื่อตรวจทดสอบอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ได้

6.8 แบตเตอรี่ต้องบรรจุในตู้โดยมีชั้นวาง ที่มีระยะห่างที่เพียงพอสะดวกต่อการบำรุงรักษา การระบายความร้อนของแบตเตอรี่ และต้องสามารถรองรับน้ำหนักแบตเตอรี่ได้อย่างเหมาะสม

7. การติดตั้งและทดสอบ

7.1 การติดตั้งต้องเป็นไปตามมาตรฐาน วสท. และตามมาตรฐานหรือคำแนะนำจากบริษัทผู้ผลิต

7.2 เครื่อง UPS ต้องได้รับการทดสอบ Routine Test จากโรงงานผู้ผลิต และผู้รับจ้างต้องจัดส่งมอบผลการทดสอบต่อผู้ว่าจ้าง

7.3 เครื่อง UPS ที่จะทำการขนส่งจะต้องถูกบรรจุอยู่ในหีบห่อที่แข็งแรงมั่นคง สามารถป้องกันฝุ่น ความชื้นได้เป็นอย่างดี

7.4 เครื่อง UPS จะขนย้ายเข้าสถานที่ติดตั้งได้ต่อเมื่อห้องนั้นมีความสะอาด สามารถป้องกันฝุ่น น้ำ สัตว์และแมลงได้เป็นอย่างดี หากสถานที่ติดตั้งยังไม่มีความพร้อม ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการจัดเตรียมสถานที่เก็บเครื่อง UPS ซึ่งสะอาด มั่นคงแข็งแรง

7.5 เครื่อง UPS ต้องได้รับการทดสอบการทำงานในโหมดต่างๆ ทดสอบการจ่ายโหลด (Full Load Test) จากแหล่งจ่ายไฟฟ้าปกติ จากแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรอง และจากแบตเตอรี่สำรอง โดยให้จัดทำแผนและขั้นตอนการทดสอบเสนอต่อผู้ว่าจ้าง พร้อมทำรายงานผลการทดสอบโดยสามัญวิศวกรไฟฟ้าของบริษัทผู้ติดตั้ง

7.6 ผู้รับจ้างต้องจัดทำโครงสร้างรับเครื่องและกระจายน้ำหนักเครื่องที่สอดคล้องกับอัตราการรับน้ำหนักของโครงสร้างอาคาร และน้ำหนักของ UPS ตามรุ่นผลิตภัณฑ์ที่จะติดตั้ง ณ จุดที่จะทำการติดตั้งเครื่อง

หมวดที่ 15 ระบบควบคุมไฟฟ้าแสงสว่าง

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 อุปกรณ์ระบบควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างทั้งหมด ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ประกอบสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิตต่างประเทศโดยเฉพาะ และต้องเป็นของใหม่ล่าสุด ไม่เคยถูกติดตั้งและใช้งานมาก่อน อุปกรณ์ทั้งหมดจะต้องอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์พร้อมที่จะใช้งาน ไม่ชำรุดบุบสลายมาก่อน

1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างเทคนิคผู้มีความชำนาญงานติดตั้ง มีความชำนาญในการเขียนโปรแกรมควบคุม มาดำเนินการโดยเฉพาะ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวิศวกรผู้ควบคุมงานปฏิบัติการติดตั้งอย่างใกล้ชิด ทั้งนี้เพื่อให้การปฏิบัติงานได้ถูกต้องสมบูรณ์ ตามวัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

1.3 ผลิตภัณฑ์ ต้องได้รับมาตรฐาน CE, EMC

2. ข้อกำหนดทางเทคนิค

2.1 ระบบควบคุมไฟฟ้าแสงสว่าง ต้องเป็นระบบที่ผลิตขึ้นมาโดยเฉพาะเพื่อใช้ในการควบคุมการเปิด-ปิด หรือการหรี่ไฟของระบบแสงสว่างเป็นหลัก และรวมถึงมีความสามารถในการควบคุมการเปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดอื่นๆ ได้โดยการตั้งโปรแกรมอัตโนมัติหรือควบคุมเองโดยผู้ใช้งาน โดยอุปกรณ์หลักในระบบประกอบด้วย Relay Unit, Switch Control Unit, Power Supply Unit, Network Interface Unit, Programming/Control Unit และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ

2.2 อุปกรณ์หลักทุกตัวจะต้องมี Processing Unit, Interfacing Unit และ Non-Volatile Memory อยู่ภายใน เมื่ออุปกรณ์หลักชุดใดชุดหนึ่งขัดข้องจะต้องไม่เกิดผลกระทบต่อระบบโดยรวม

2.3 Relay Unit (RP)

2.3.1 ชุดรีเลย์เป็นแบบ SPST (Single Pole Single Throw) ขนาดทนกระแสไฟฟ้า 10A, 16A หรือ 20A ตามที่แสดงในแบบหรือ Relay Schedule และต้องมีสิ่งแสดงสถานการณ์ทำงานของรีเลย์บนชุดรีเลย์

2.3.2 ระบบจะต้องสามารถคงสภาวะเงื่อนไขการเปิด-ปิด โดยต้องมีสภาวะคงเดิมเมื่อระบบไฟฟ้าดับ และหลังจากกลับเป็นปกติ

2.4 Switch Control Unit (LS,GS)

2.4.1 เป็นอิเลคทรอนิคสวิทช์ เพื่อให้สั่งงานควบคุมเปิด-ปิด วงจรไฟฟ้าต่างๆ ของชุดรีเลย์ (Relay Unit) และเพื่อใช้สั่งงานควบคุมระดับความสว่างของวงจรไฟฟ้าชุดหรี่ไฟ (Dimmer Unit)

2.4.2 ชุดสวิทช์เป็นแบบติดฝังเรียบบนผนัง (Flush Mounted) คล้ายสวิทช์ไฟฟ้าปกติทั่วไป ฝาครอบทำด้วยพลาสติกมีความสวยงาม มีไฟแสดงสถานะการทำงานของสวิทช์ มีชนิด 1 Gang, 2 Gang, 4 Gang, 6 Gang, 8 Gang และ Multi-Gang ในกรณีเป็นหลาย Gang ต้องทำรูปแบบเสนอขออนุมัติจากผู้ออกแบบ หรือตัวแทนผู้ว่าจ้างก่อน

2.4.3 ชุดสวิทช์ต้องสามารถโปรแกรมให้สั่งงานการเปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าเป็นแบบกลุ่มได้ โดยสะดวก

2.4.4 ชุดสวิทซ์แบบสัมผัส (ถ้าในแบบกำหนด) เป็นแบบฝังเรียบบนผนัง (Flush Mounted) ขนาดเล็กและสวยงาม มีจอ LCD Backlight หรือ LCD Colour แบบสัมผัส ใช้งานเหมือน Multi-Gang Switch ทำได้ทั้งการเปิด-ปิด การหรี่ไฟ การจัดกลุ่ม การควบคุม สามารถใช้งานร่วมกับ IR Remote Control ได้

2.4.5 ชุดควบคุมสวิทซ์ทั่วไป (Scene Control Unit) เป็นแบบฝังเรียบบนผนัง (Flush Mounted) ขนาดเล็กและสวยงาม ใช้ควบคุม Dimmer Unit เพื่อกำหนดรูปแบบ บรรยากาศ การหรี่ไฟระบบแสงสว่างได้อย่างน้อย 5 Scene สามารถใช้งานร่วมกับ IR Remote Control ได้

2.5 Power Supply Unit

2.5.1 ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้าจาก 200 VAC เป็นระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำพิเศษ ไม่เกิน 50 VAC เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบควบคุม

2.5.2 ชุด Power Supply ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับอุปกรณ์ระบบอื่นๆ ในระบบควบคุมแสงสว่าง และต้องมีสมรรถนะการจ่ายไฟฟ้าที่เพียงพอต่ออุปกรณ์ต่างๆ ในระบบและต้องมีกำลังไฟฟ้าสำรองไม่น้อยกว่า 25%

2.6 ระบบการสื่อสาร และ Network Interface Unit

2.6.1 ในแต่ละชุดอุปกรณ์จะต้องมีการสื่อสารถึงกันเป็นแบบ Full Duplex ผ่านสายสัญญาณ 1 คู่ เป็นระยะทางไม่น้อยกว่า 1,000 เมตร และต้องมีอุปกรณ์เสริมเพื่อเพิ่มระยะทางในการควบคุมอุปกรณ์ได้

2.6.2 PC Interface Unit ใช้เพื่อต่อเชื่อมกับ PC Worktation ผ่าน RS-232

2.6.3 Network Interface Unit ใช้เพื่อต่อเชื่อมระบบควบคุมเข้ากับระบบอื่นๆ ใน Network โดยใช้ BACNET หรือ Mod bus protocal เพื่อทำการควบคุมระบบผ่าน LAN, WAN โดย TCP/IP protocal

2.7 อุปกรณ์เสริมชนิดอื่นๆ

2.7.1 Light Level Sensor ใช้เพื่อตรวจวัดและตั้งค่าระดับความเข้มของแสง เพื่อใช้ในการสั่งงานควบคุมระบบไฟฟ้าแสงสว่างหรืออุปกรณ์อื่นๆ ตามกำหนด

2.7.2 Temperature Sensor ใช้เพื่อตรวจวัดและตั้งค่าระดับอุณหภูมิของอากาศ เพื่อใช้ในการสั่งงานควบคุมอุปกรณ์อื่นๆ ตามกำหนด

2.7.3 Motion Sensor ใช้เพื่อตรวจจับการเคลื่อนไหวในพื้นที่ ซึ่งกำหนดไว้ เพื่อใช้ในการสั่งงานควบคุมระบบไฟฟ้าแสงสว่าง หรืออุปกรณ์อื่นๆ ตามกำหนด

2.8 แผงควบคุมกลาง โดยระบบสัมผัส (LCD Touch Screen Programming/Control Unit, PU)

2.8.1 ขนาดหน้าจอไม่น้อยกว่า 3.5 นิ้ว เมื่อวัดตามแนวทแยงมุม

2.8.2 จอภาพสามารถแสดงผลแบบสีได้

2.8.3 สามารถศูนย์ควบคุม และ/หรือ ตั้งค่าชุดคำสั่งได้ โดยไม่จำเป็นต้องใช้ Computer PC

2.8.4 สามารถกำหนดรหัสผ่านสำหรับผู้ใช้งานได้

2.8.5 สามารถกำหนดการเปิด-ปิด เป็นกลุ่มวงจร (Group Switch) ได้ไม่น้อยกว่า 10 กลุ่ม

2.8.6 สามารถกำหนดรูปแบบการเปิด-ปิดอัตโนมัติ ได้ไม่น้อยกว่า 5 ช่วงเวลา ภายใน 1 วัน

3. **การติดตั้ง**

3.1 สายสัญญาณและสาย Power Supply ต้องติดตั้งในท่อร้อยสายไฟโลหะหรือ Wireway จำนวนสายต้องทำให้พื้นที่หน้าตัดของสายไม่เกิน 30% ของพื้นที่หน้าตัดของท่อร้อยสาย

3.2 การติดตั้งท่อร้อยสาย ให้ถือปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อกำหนดของระบบไฟฟ้า

3.3 อุปกรณ์ทุกชนิด ยกเว้น สวิทช์ และ Sensor ต่างๆ ต้องติดตั้งในตู้โลหะมีกุญแจล๊อค มี Nameplate แสดงช่องตู้

3.4 สายสัญญาณและสายระบบไฟฟ้าทุกเส้นจะต้องมี Wire Marker, ต้องจัดทำ Dimmer / Relay Schedule, Schematic Diagram อย่างละเอียด

3.5 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรูปแบบ Group Control หรือ Scene Control และเงื่อนไขการควบคุม เสนอต่อผู้ออกแบบหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง เพื่อขออนุมัติและเห็นชอบ

3.6 ในกรณีที่มี PC Workstation ผู้รับจ้างต้องจัดทำรูปแบบ Graphic Control และรูปแบบเงื่อนไขการควบคุม เสนอต่อผู้ออกแบบ หรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่อขออนุมัติ

4. **การทดสอบ**

4.1 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบระบบ ตามรูปแบบเงื่อนไขการควบคุม ที่ได้รับการอนุมัติต่อตัวแทนผู้ว่าจ้าง พร้อมทำงานผลการทดสอบ

4.2 ผู้รับจ้างต้องจัดอบรม เจ้าหน้าที่ผู้ใช้งาน ตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด และให้จัดทำวิธีการใช้งานพร้อม Diagram แสดงการติดตั้งจริง เป็น คู่มือ หรือ Video CD หรือ DVD มอบต่อ ผู้ว่าจ้าง

5. **การรับประกัน**

ผู้รับจ้างต้องรับประกันอุปกรณ์และการติดตั้ง ตามระยะเวลาการรับประกันในสัญญา นับตั้งแต่วันที่ผู้ว่าจ้างได้ตรวจรับงาน ในระยะเวลาดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องส่งเจ้าหน้าที่ผู้เชี่ยวชาญเข้ามาแก้ไขระบบโดยทันทีที่มีการรับแจ้งปัญหา/ข้อบกพร่อง

หมวดที่ 16 ระบบแสดงผลสำหรับผู้ดูงาน

1. ความต้องการทั่วไป

ระบบแสดงผลสำหรับผู้ดูงาน จะติดตั้งอยู่ที่ห้อง Remote Aerodrome โดยประกอบด้วย กล้องโทรทัศน์วงจรปิด และระบบบันทึกภาพ ที่ได้รับมาตรฐาน UL,CE หรือ FCC ซึ่งเป็นระบบโทรทัศน์วงจรปิดที่มีคุณสมบัติใช้งานได้อย่างเหมาะสม ทั้งภายในและภายนอกอาคาร และใช้งานได้ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง

2. ขอบเขตงานของผู้รับจ้างและผู้ว่าจ้าง

เนื่องจากงานส่วนนี้จะแบ่งเป็นส่วนงานที่ผู้รับจ้างจัดเตรียมตามสัญญาของโครงการ และส่วนงานที่ผู้ว่าจ้างจะจัดหามาติดตั้งในภายหลัง โดยมีขอบเขตงานแต่ละส่วนดังนี้

- **<u>ส่วนงานที่ผู้รับจ้างจัดเตรียม</u>** : งานเตรียมระบบไฟฟ้าและเดินสายร้อยท่อเพื่อรองรับอุปกรณ์แสดงผลสำหรับผู้ดูงานทุกจุดที่ ผู้ว่าจ้างจัดหาภายหลัง ประกอบด้วย
    - UPS ขนาด 2 KVA สำรองไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 15 นาที จำนวน 1 เครื่อง
    - ตู้วงจรไฟฟ้า LCU-CC สำหรับอุปกรณ์ระบบ CCTV จำนวน 1 ตู้
    - สาย RG6 ร้อยท่อ EMT จาก ตำแหน่งอุปกรณ์ DVR – ตำแหน่งกล้อง CCTV ตามที่ระบุในแบบ
    - สายไฟฟ้า IEC01 ร้อยท่อ EMT จาก ตำแหน่งตู้วงจรไฟฟ้า LCU-CC – ตำแหน่งกล้อง CCTV ตามที่ระบุในแบบ
    - เต้ารับไฟฟ้าสำหรับรองรับ LED TV จำนวน 2 จุด ตามที่ระบุในแบบ
    - โต๊ะควบคุมภายในห้อง Remote Aerodrome จำนวน 1 ชุด
- **<u>ส่วนงานที่ผู้ว่าจ้างจัดหาภายหลัง</u>** : อุปกรณ์ระบบ CCTV ของห้อง Remote Aerodrome ในส่วนของกล้อง CCTV และอุปกรณ์ที่เกี่ยวเนื่องกับการควบคุมกล้องวงจรปิด (อาทิ อุปกรณ์ DVR อุปกรณ์ HDMI Splitter สาย HDMI และจอแสดงผล (LED Monitor for Controlling, LED TV for Monitoring)

3. ข้อกำหนดทางเทคนิค

3.1 โต๊ะควบคุมภายในห้อง Remote Aerodrome

3.1.1 เป็นโต๊ะเหล็กหรือไม้ บุด้วยวัสดุตกแต่งหรือพ่นสีตามที่จะระบุภายหลัง โต๊ะควบคุมต้องเป็นแบบที่สวยงามออกแบบให้ติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเรียบร้อย ขนาดไม่น้อยกว่า 1,200 มม.x 800 มม. โดยให้คำนึงถึงการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษาได้อย่างสะดวก

3.1.2 ใช้สำหรับรองรับการติดตั้งอุปกรณ์ DVR และ UPS ภายในห้อง

3.2 สายสัญญาณ

3.2.1 สาย RG6 : ใช้สาย Coaxial ชนิด RG6 มีอัตราสูญเสียไม่เกิน 12 dB ต่อ 100 เมตร สำหรับส่งสัญญาณภาพและต่อเข้าอุปกรณ์ด้วย BNC Plug & Jack

3.2.2 ให้เดินสายรองรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ตามเส้นทางที่ระบุในรูปแบบ และเผื่อปลายสายไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร ทั้ง 2 ด้าน

3.3 อุปกรณ์ UPS

3.3.1 เป็นอุปกรณ์ UPS ขนาดไม่น้อยกว่า 2KVA 1Phase สามารถสำรองกระแสไฟฟ้าในภาวะที่กระแสไฟฟ้าหลักขัดข้อง ได้ไม่น้อยกว่า 15 นาที

3.3.2 มีระบบป้องกันการลัดวงจรและการใช้งานเกินกำลังพร้อมแสดงสถานะ

3.3.3 มีระบบป้องกันไฟกระชากทางสาย โมเด็ม,โทรศัพท์ (RJ11) หรือ LAN (RJ45)

3.3.4 มีปุ่ม Test ทดสอบการทำงานของ UPS และ ตรวจสอบสภาพ Battery

3.3.5 เวลาโอนย้าย (Transfer Time) : < 2 ms

3.3.6 ประเภท Battery : Seal Lead Acid Maintenance Free

4. การติดตั้ง

4.1 สายวงจรไฟฟ้าสำหรับกล้อง และอุปกรณ์เสริมต่างๆ ใช้สายชนิด IEC01 หรือ VCT

4.2 สายไฟฟ้าทุกชนิดต้องร้อยสายในท่อโลหะ (หรือถ้าในแบบระบุเป็นอย่างอื่น) และต้องเดินซ่อนในฝ้าเพดาน, ผนัง และต้องมีกล่องลากสาย หรือจุดต่อสาย ในตำแหน่งซึ่งซ่อมบำรุงรักษาได้สะดวก

4.3 สายสัญญาณชนิดที่เป็นสายอ่อน (ฝอย) ปลายสายต้องเคลือบผิวด้วยตะกั่วบัดกรี เพื่อป้องกันสายหลุด /แตก

4.4 สายไฟฟ้าและสายสัญญาณทุกเส้นต้องมี Wire mark ติดที่ต้นทางและปลายทางของสาย และต้องแสดงอย่างชัดเจนใน Shop Drawing และ As-Built Drawing

4.5 การติดตั้งท่อร้อยสายและสาย ให้ยึดถือตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของ วสท. และตามที่มีแสดงไว้ในขอบเขตข้อกำหนดของระบบไฟฟ้า

5. การทดสอบ

5.1 ผู้รับจ้างต้องต้องทดสอบสายสัญญาณ/สายไฟฟ้าทุกชนิดที่ติดตั้งแล้วเสร็จ โดยทดสอบความถูกต้อง/สมบูรณ์ของสาย และสามารถทดสอบได้ว่าสายดังกล่าวสามารถรองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ระบบแสดงผลผู้ดูงานที่ผู้ว่าจ้างนำมาติดตั้งภายหลังได้ และทำรายงานผลเสนอต่อผู้ว่าจ้าง

5.2 ผู้รับจ้างต้องทำการส่งมอบแบบแสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์และแนวสายสัญญาณที่ติดตั้งจริง โดยเป็นส่วนหนึ่งของ As-Built Drawings ที่จะส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างจำนวน 3 ชุด

6. การรับประกัน

ผู้รับจ้างต้องรับประกันอุปกรณ์ส่วนที่มีการติดตั้งตามระยะเวลาการรับประกันของสัญญา และต้องจัดส่งเจ้าหน้าที่เข้ามาแก้ไขระบบโดยทันทีที่มีการรับแจ้งปัญหา/ข้อบกพร่อง

หมวดที่ 17 หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดน้ำมัน

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง (Power Transformer) ต้องเป็นชนิดขดลวดจุ่มอยู่ในน้ำมัน (Oil immersed) แบบ Hermatical Sealed Type สำหรับใช้งานภายนอกอาคาร

1.2 หม้อแปลงไฟฟ้าต้องผลิต และทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60076 และ มอก.384-2543 ฉบับล่าสุดและต้องเป็นไปตามกฎและระเบียบของการไฟฟ้าท้องถิ่น และโรงงานผลิตต้องได้รับรองมาตรฐาน ISO9001 และISO14000

1.3 การแสดงพิกัดต่างๆ ของหม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องอ้างอิงที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสความชื้นสัมพัทธ์ 50%

1.4 หม้อแปลงไฟฟ้า ต้องมีคุณสมบัติ และสมรรถนะ ดังนี้ .-

1.4.1	Rated Primary Voltage	:	ตามที่กำหนดในแบบ
1.4.2	Rated Frequency	:	50 H_Z
1.4.3	Number of Phase	:	3
1.4.4	Rated Power Output	:	ตามที่กำหนดในแบบ
1.4.5	Vector Group	:	Dyn 11
1.4.6	HV. No-Load Tap Changer	:	-4x2.5% (MEA)
		:	+-2x2.5% (PEA)
1.4.7	Total loss at P.F1	:	ไม่เกิน 1.5% ที่ Full load
1.4.8	Cooling System	:	ONAN
1.4.9	Rated Basic Impulse Level (BIL)	:	170KV. Peak
1.4.10	Temperature rise of winding	:	65°C
1.4.11	Percent Impedance Voltage	:	ตามมาตรฐานผู้ผลิต

1.5 ผู้รับจ้างต้องเสนอรายละเอียดหม้อแปลงให้ผู้ว่าจ้าง พิจารณาให้ความเห็นชอบก่อนการสั่งซื้อหม้อแปลงโดยในรายละเอียดต้องแสดงข้อมูลให้พิจารณาอย่างน้อยดังนี้

1.5.1 รายละเอียดของวัสดุ, Rated Voltage และ Current ของขดลวดแรงสูง และแรงต่ำ

1.5.2 Rated Frequency

1.5.3 Number of Phase

1.5.4 No Load Loss และ Rated Load Loss

1.5.5 Tap Changer

1.5.6 Rated Basic Impulse Level

1.5.7 Impedance Voltage

1.5.8 Vector Group

1.5.9 Noise Level

1.5.10 Percent Efficency

1.5.11 Percent Regulation at 100% PF

1.5.12 ขนาดมิติ และน้ำหนัก

1.5.13 แบบแสดงรายละเอียดการติดตั้งหม้อแปลงบนนั่งร้าน พร้อมอุปกรณ์ประกอบที่ชัดเจน

2. ส่วนประกอบของหม้อแปลงไฟฟ้า

2.1 แกนเหล็ก

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

2.2 ขดลวดและฉนวน

2.2.1 High Voltage ทำด้วยทองแดงหุ้มด้วยฉนวน Class A

2.2.2 Low Voltage Winding ทำด้วยทองแดงชนิดแผ่นบาง (Copper Foil) หุ้มด้วยฉนวน Class A จะต้องผ่านกรรมวิธีอบแห้งในสูญญากาศ

2.3 Tap Changer

2.3.1 ที่ High Voltage Winding ต้องมี Off-Load Tap Changer ตามที่กำหนดในข้อ 1.4

2.3.2 ด้ามหมุนของ Tap Changer ต้องสามารถแสดงให้ทราบได้ว่าในขณะนั้นอยู่ในตำแหน่งของ Tap ใด

2.4 ขั้วต่อสาย

2.4.1 ขั้วต่อสายแรงสูงต้องทำให้เหมาะสมสำหรับใช้ต่อกับบัสบาร์ หรือต่อกับสายเคเบิ้ลแรงสูง (โดยให้พิจารณาจากแบบ) เพื่อต่อกับสวิทซ์แรงสูงอย่างเหมาะสม

2.4.2 ขั้วต่อสายแรงต่ำทำด้วยทองแดง เคลือบทับด้วย High Conductivity Bronze หรือ Hot-Tin dipped จะต้องเหมาะสมสำหรับใช้ต่อกับบัสบาร์ หรือต่อกับสายเคเบิ้ล (โดยให้พิจารณาจากแบบ)

2.4.3 Bolts, Nuts และ Lock washers ที่ใช้กับขั้วต่อสายต้องทำด้วย Stainless Steel

2.5 ตู้หม้อแปลง

2.5.1 ทำด้วยโลหะมีความแข็งแรง ปิดผนึกโดยสมบูรณ์ ไม่มีโพรงอากาศอยู่ภานใน ทนทานต่อสภาพการใช้งานและการเคลื่อนย้าย

2.5.2 ครีบระบายความร้อนต้องเป็นแบบ Corrugated Fin ขยายตัวได้

2.5.3 สีทาภายในตู้เป็นชนิดที่เหมาะสมสำหรับการใช้บรรจุน้ำมัน สีทาภายนอกตู้ทารองพื้นด้วยPrimer Coat และทาสีทับอย่างน้อย 2 ชั้นซึ่งเป็นชนิดที่ทนต่อสภาวะการใช้งานนอกอาคาร

3. อุปกรณ์ประกอบหม้อแปลง

3.1 หม้อแปลงไฟฟ้าทุกขนาดจะต้องมีอุปกรณ์ประกอบอย่างน้อยที่สุดดังนี้

3.1.1 Oil Drain Valve and Plug

3.1.2 Oil Filling Pipe

3.1.3 Earthing Terminal

3.1.4 Oil Level gauge

3.1.5 Off Load Tap Changer

3.1.6 Thermometer Pocket

3.1.7 Pressure relief device

3.1.8 Name Plate

3.1.9 Lifting Lug

3.2 สำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดตั้งแต่ 1000-2500 KVA. จะต้องมีอุปกรณ์ประกอบเพิ่มเติมดังนี้

3.2.1 Dial Type Thermometer with Maximum Temperature Pointer และต้องมี Contact อย่างน้อย 2 ชุด ชนิดปรับตั้งค่าได้ สำหรับกำหนดอุณหภูมิ Alarm และ Trip

4. การติดตั้งหม้อแปลง

4.1 ให้ติดตั้งตามลักษณะและตามตำแหน่งที่ระบุในแบบ หรืออาจเปลี่ยนแปลงได้เพื่อความเหมาะสม โดยความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน แต่ทั้งนี้ต้องไม่ขัดต่อระเบียบของการไฟฟ้าท้องถิ่น

4.2 การเคลื่อนย้ายหม้อแปลงจะต้องทำด้วยความระมัดระวัง เพื่อมิให้เกิดความเสียหายต่อหม้อแปลง

5. การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า

5.1 หม้อแปลงไฟฟ้าต้องผ่านการทำ Routine Test จากโรงงานผู้ผลิตโดยมีเอกสารแสดงผลการทดสอบ และลงนามรับรองโดยวิศวกร ในรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

5.1.1 Measurement of Winding Resistance

5.1.2 Measurement of Impedance Voltage

5.1.3 Measurement of Load Loss

5.1.4 Measurement of no Load Loss

5.1.5 Measurement of Insulation Resistance

5.1.6 Measurement of Voltage Ratio

5.1.7 Check of Polarity and Vector Group

5.1.8 Induced Voltage Test

5.1.9 Applied Voltage Test

5.2 เมื่อติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำการวัดค่าความต้านทานของฉนวนที่ขั้วต่าง ๆ อย่างครบถ้วน และทำการตรวจทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ แล้วทำรายานส่งผู้ว่าจ้าง

5.3 ผู้รับจ้างต้องส่งหนังสือคู่มือการใช้งาน และการบำรุงรักษาเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษจำนวน 3 ชุดต่อผู้ว่าจ้าง

6. **การรับประกัน**

6.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันว่าหม้อแปลงไฟฟ้า ที่จะนำมาใช้เป็นของใหม่ที่ผลิตจากโรงงาน และยังไม่เคยติดตั้งใช้งานที่ใดหากไม่ถูกต้องผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการเปลี่ยนหม้อแปลงให้เป็นของใหม่

6.2 ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพของระบบหม้อแปลงไฟฟ้าทั้งระบบ ภายในระยะเวลาการรับประกันที่กำหนดไว้ในสัญญา นับจากวันที่ผู้ว่าจ้างได้ตรวจรับงานแล้ว

6.3 เมื่อครบกำหนดการรับประกัน ผู้รับจ้างต้องตรวจ ทำความสะอาด และทำการกวดขันรอยต่อทุกจุด

หมวดที่ 18 ระบบข่ายสื่อสาร

1. ความต้องการทั่วไป

ในโครงการนี้มีการจัดเตรียมระบบข่ายสื่อสาร (Network System) เพื่อให้ใช้งานสำหรับรองรับข่ายสัญญาณข้อมูลภายในอาคารได้อย่างสมบูรณ์ ประกอบด้วยส่วนงาน ดังนี้

1.1 **<u>ส่วนที่ 1</u>** : งานติดตั้งข่ายสายสัญญาณข้อมูลเชื่อมโยงระหว่างอาคารที่ก่อสร้างใหม่ของโครงการนี้เชื่อมกับอาคารเดิมของ บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด (บวท.) โดยเป็นสายสื่อสารใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Cable) และสาย AP Control Line ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1.1.1 สาย Fiber Optic (1x48C, F/O S.M.) และสาย AP Control Line (1x100P-AP 0.65mm.) ระหว่าง อาคาร Remote Aerodrome ชั้น 3 ห้องอุปกรณ์สื่อสาร (MDR) – อาคารสำนักงาน ศญ.บภ1 ชั้น 2 ห้องอุปกรณ์สื่อสาร (DR Existing)

1.1.1.2 สาย Fiber Optic (1x48C, F/O S.M.) ระหว่าง อาคาร Remote Aerodrome ชั้น 3 ห้องอุปกรณ์สื่อสาร (MDR) – อาคาร Contra ชั้น 1 ห้องอุปกรณ์สื่อสาร (DR-Existing)

1.1.1.3 สาย Fiber Optic (1x48C, F/O S.M.) ระหว่าง อาคาร Remote Aerodrome ชั้น 3 ห้องอุปกรณ์สื่อสาร (MDR) – อาคารฝึกอบรม (ใหม่) ชั้น 1 (DR-1) บริเวณห้องช่อง Shaft หรือห้องที่ บวท. กำหนด

1.1.1.4 สาย Fiber Optic (1x48C, F/O S.M.) ระหว่าง อาคาร Remote Aerodrome ชั้น 3 ห้องอุปกรณ์สื่อสาร (MDR) – อาคาร Remote Aerodrome ชั้น 2 (DR-2) บริเวณห้องช่อง Shaft หรือห้องที่ บวท. กำหนด

1.2 **<u>ส่วนที่ 2</u>** : งานติดตั้งตู้เก็บอุปกรณ์สื่อสาร ได้แก่ ตู้เก็บอุปกรณ์สื่อสาร ขนาด 42U (MDR) จำนวน 1 ชุด ติดตั้งที่อาคารฝึกอบรม (ใหม่) ชั้น 3 ห้องอุปกรณ์สื่อสาร และตู้เก็บอุปกรณ์สื่อสาร ขนาด 27U (DR-1 และ DR-2) จำนวน 2 ชุด ติดตั้งที่อาคารฝึกอบรม (ใหม่) ชั้น 1 และชั้น 2 ตามลำดับ บริเวณห้องช่อง Shaft หรือห้องที่ บวท. กำหนด โดยแต่ละตู้ จัดให้มีอุปกรณ์ติดตั้งมาพร้อมกันดังนี้

1.2.1 ตู้ MDR :

- อุปกรณ์ 15 Way Rack Mount สำหรับ Telephone Module จำนวน 1 ชุด (สำหรับรองรับวงจรโทรศัพท์ Analog หรือสัญญาณ Analog ของสาย AP Control Line ในอนาคต)
- Rack Mount Drawer Tray with Fiber Optic 48 Ports Adapter จำนวน 4 ชุด
- UTP CAT6 Patch Panel 24 Ports จำนวน 2 ชุด (สำหรับต่อกับเต้ารับ Computer ของวงจร Network และ IP Phone)

1.2.2 ตู้ DR-1 :

- Rack Mount Drawer Tray with Fiber Optic 48 Ports Adapter จำนวน 1 ชุด
- UTP CAT6 Patch Panel 24 Ports จำนวน 3 ชุด (สำหรับต่อกับเต้ารับ Computer ของวงจร Network, IP Phone และ CCTV)

1.2.3 ตู้ DR-2 :

- Rack Mount Drawer Tray with Fiber Optic 48 Ports Adapter จำนวน 1 ชุด

- UTP CAT6 Patch Panel 24 Ports จำนวน 2 ชุด (สำหรับต่อกับเต้ารับ Computer ของวงจร Network และ IP Phone)

1.2.4 ตู้ DR (Existing) (ตู้มีอยู่เดิมที่อาคารสำนักงาน และ อาคาร Contra)

- Rack Mount Drawer Tray with Fiber Optic 48 Ports Adapter ติดตั้งตู้ละ 1 ชุด

1.3 **<u>ส่วนที่ 3</u>** : งานติดตั้งเต้ารับ Computer สำหรับใช้งานสำนักงาน งานโทรศัพท์ และ Access Point ของ Internet โดยเดินสายสัญญาณจากเต้ารับมาเชื่อมต่อกับตู้เก็บอุปกรณ์สื่อสารตามตำแหน่งและรายละเอียดของสายที่กำหนดให้ติดตั้งในผังแต่ละชั้น

1.4 **<u>ส่วนที่ 4</u>** : งานติดตั้งอุปกรณ์สื่อสาร หรืออุปกรณ์ประมวลผลของสัญญาณข้อมูล ได้แก่ อุปกรณ์ Distribution Switch อุปกรณ์ Access Switch อุปกรณ์ Wireless Access Point อุปกรณ์ UPS และอุปกรณ์ที่เกี่ยวเนื่องกับการรองรับการใช้งานของอุปกรณ์สื่อสาร

ทั้งนี้**<u>ขอบเขตงานของผู้รับจ้างประกอบด้วยงานส่วนที่ 1, 2 และ 3 และงานส่วนที่ 4 จะดำเนินการโดยผู้ว่าจ้างภายหลัง</u>** และกำหนดให้ผู้รับจ้างมีหน้าที่ติดตั้งงานส่วนที่ 1 – 3 และทดสอบความถูกต้องสมบูรณ์ของงานที่ดำเนินการเพื่อให้สามารถรองรับต่อการเชื่อมต่อกับงานส่วนที่ 4 ที่ผู้ว่าจ้างจะดำเนินการภายหลัง

2. **ขอบเขตของงาน**

2.1 ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการ จัดทำแบบติดตั้ง (Shop Drawing) และรายละเอียดของอุปกรณ์ที่จะติดตั้ง ให้ผู้ว่าจ้าง พิจารณาและรับรอง (Approved) ก่อนการติดตั้ง

2.2 ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการจัดหาและติดตั้ง สายสื่อสารใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Cable) แบบ Single Mode ชนิด Armor ขนาด 48 Core 4 เส้นทาง พร้อม Terminate ติดตั้งเข้ากับ Rack สามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ตามแบบและเนื้องานที่กำหนดไว้เป็นแนวทาง ตามความต้องการทางด้านเทคนิค

2.3 ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการจัดหาและติดตั้ง Rack ขนาด 42U (MDR) สำหรับติดตั้งที่ อาคารฝึกอบรม (ใหม่) ชั้น 3 ห้องอุปกรณ์สื่อสาร จำนวน 1 ชุด และ Rack ขนาด 27U (DR-1 และ DR-2) ที่อาคารฝึกอบรม (ใหม่) ชั้น 1 และ ชั้น 2 บริเวณห้องช่อง Shaft หรือห้องที่ผู้ว่าจ้าง กำหนด จำนวนชั้นละ 1 ชุด

2.4 ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการติดตั้งให้สอดคล้องกับระเบียบแนวทางปฏิบัติของ บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) และ บวท. ในการเดินสาย Fiber Optic ผ่านในพื้นที่ของท่าอากาศยานหาดใหญ่

2.5 ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบความถูกต้อง/สมบูรณ์ของสายสัญญาณทั้งหมดที่ติดตั้งเพื่อยืนยันว่าสายที่ติดตั้งสามารถรองรับต่อการนำไปใช้กับอุปกรณ์ระบบเครือข่ายสัญญาณคอมพิวเตอร์ที่ บวท. จะนำมาติดตั้งในภายหลัง พร้อมจัดทำแผนการทดสอบสายสัญญาณให้ บวท. ทราบก่อนทดสอบอย่างน้อย 2 สัปดาห์ และส่งมอบ Diagram แสดงเส้นทางการติดตั้งสายสัญญาณที่มีการติดตั้งจริง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ As-Built Drawings งานระบบไฟฟ้าที่ผู้รับจ้างต้องจัดทำหลังส่งมอบงาน

2.6 หากเกิดความเสียหายขึ้นจากการติดตั้งงานในส่วนที่ผู้รับจ้างดำเนินการ ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบและดำเนินการแก้ไขให้เรียบร้อย

3. **คุณสมบัติทางเทคนิคของอุปกรณ์**

กำหนดให้อุปกรณ์ส่วนที่ผู้รับจ้างติดตั้งมีคุณสมบัติทางเทคนิคของแต่ละอุปกรณ์ ดังนี้

3.1 <u>อุปกรณ์สายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic)</u>

3.1.1 มีใยแก้วนำแสงชนิด Single Mode ชนิด Armor ขนาด 48 Cores สามารถใช้ได้ดีกับความยาวคลื่นแสง 1310, และ 1550 นาโนเมตร

3.1.2 โครงสร้างเป็นแบบ Steel Armor สำหรับใช้ภายนอกอาคาร หรือร้อยท่อฝังดิน และสามารถป้องกันการกัดแทะของสัตว์ได้เป็นอย่างดี

3.1.3 มาตรฐานตาม ITU-T Rec.G652D ได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 2166-2548 พร้อมแบบหลักฐานรับรอง

3.1.4 หัวเชื่อมต่อเป็นแบบชนิด FC-Single Mode (SM)

3.1.5 Mode Field Diameter 9.2 ไมโครเมตร + 0.4 ไมโครเมตร ที่ความยาวคลื่นแสง 1310 นาโนเมตร

3.1.6 Mode Field Diameter 10.4 ไมโครเมตร + 0.6 ไมโครเมตร ที่ความยาวคลื่นแสง 1550 นาโนเมตร

3.1.7 Cladding Diameter 125 ไมโครเมตร + 1 ไมโครเมตร

3.1.8 Core/Cladding Concentricity Error เท่ากับ 0.8 ไมโครเมตร หรือน้อยกว่า

3.1.9 Cladding Non-Circularity น้อยกว่า 1%

3.1.10 อัตราการลดทอน (Attenuation) 0.25 dB/Km. หรือน้อยกว่า ที่ความยาวคลื่น 1550 นาโนเมตร

3.1.11 อัตราการลดทอน (Attenuation) 0.4 dB/Km. หรือน้อยกว่า ที่ความยาวคลื่น 1310 นาโนเมตร

3.1.12 Chromatic Dispersion Coefficient 3.5 ps/(nm.km) หรือน้อยกว่า ที่ความยาวคลื่น 1288 – 1339 นาโนเมตร

3.1.13 Chromatic Dispersion Coefficient 20 ps/(nm.km) หรือน้อยกว่า ที่ความยาวคลื่น 1550 นาโนเมตร

3.1.14 Fiber Materials ทำด้วย high Grade Pure or Doped Silica

3.1.15 ค่ารัศมีของการโค้งงอ น้อยกว่า 20 เท่าของ External Diameter of Cable

3.1.16 ต้องสามารถทำงานอุณหภูมิลบ 10 องศาเซลเซียสถึง 70 องศาเซลเซียสหรือในช่วงอุณหภูมิที่กว้างกว่า

3.1.17 แกนกลาง (Cable Core) จะต้องมีส่วนที่เสริมทำให้ตัวแกนมีความเข็งแรง (Strength Member) มากยิ่งขึ้น ซึ่งต้องมีส่วนเสริมของอุปกรณ์ loose Tube, ใยแก้วนำแสง (Optical Fiber), Fillers และวัสดุ Filling Compound ที่ทำจากสารอโลหะหรือ Swellable Materials with Taps for Water Blocking เป็นอย่างน้อย และตำแหน่งของส่วนที่เสริมฯ ให้อยู่ตรงกลาง หรือเหนือแกนกลาง

3.1.18 บริเวณรอบของใยแก้วนำแสงต้องห่อหุ้มด้วย Non-Hygroscopic Loose Tube Buffer

3.1.19 ส่วนที่แสดงว่าเป็นใยแก้วนำแสง (Fiber Identification) ต้องแสดงเป็นสีที่ตัวหุ้มใยแก้วนำแสง (Fiber Coating)

3.1.20 Loose Tube ต้องประกอบด้วย Filling Compound ชนิด Non – Hygroscopic เพื่อป้องกันน้ำเข้า

3.1.21 แผ่นป้องกันความชื้น (Moisture Barrier Sheath) ทำจากพลาสติกหุ้มด้วยแผ่นอลูมิเนียม หรือเทียบเท่า

3.1.22 เปลือกชั้นในทำจากวัสดุ Polyethylene

3.1.23 ต้องมี Corrugated Steel Armor

3.1.24 วัสดุหุ้ม (Cable Sheath) จะต้องเป็นสีดำทำจากวัสดุ Polyethylene เพื่อป้องกันรังสี Ultraviolet (UV) แพร่กระจายเข้าไปข้างใน (Black High Density Polyethylene) โดยมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม. ตามมาตรฐาน ASTM D1248 หรือ DIN0207

3.1.25 ที่ผิวด้านนอกของเคเบิลใยแก้วนำแสง จะต้องมีป้ายแจ้งเตือน (Identification Marker) สีขาวแสดงอย่างชัดเจน ประทับอยู่ทุกๆ ระยะ 1 เมตร โดยประกอบด้วยข้อความ อย่างน้อย ดังนี้

- ชื่อผู้ผลิต (Name of Manufacture)
- ปีที่ผลิต (Year of Manufacture)
- ชนิด และขนาดของเคเบิลใยแก้ว
- แจ้งจำนวนเมตรที่ระยะความยาวทุก 1 เมตร

3.1.26 วิธีการผลิตต้องผลิตด้วยความประณีต เรียบร้อย ไม่มีชิ้นส่วนบกพร่อง

3.1.27 การเดินสายเคเบิลในแก้วนำแสงภายในอาคารจะต้องร้อยท่อ EMT หรือ IMC แล้วแต่ที่ระบุในแบบและจะต้องทำการ Mark Label Code ทั้งต้นและปลายให้ชัดเจน

3.1.28 การจับยึดท่อร้อยสายต้องมีความมั่นคงแข็งแรง

3.1.29 การเดินสายเคเบิลใยแก้วนำแสง ถ้าต้องการขุดเจาะบริเวณดินสนามหญ้าหรือคอนกรีตบนถนน ผู้รับจ้างจ้องดำเนินการเก็บความเรียบร้อยในพื้นที่ๆ ทำการขุดเจาะให้คงสภาพเดิมทุกวัน

3.1.30 การเดินสายเคเบิลใยแก้วนำแสงภายนอกอาคารแบบฝังดินจะต้องติดตั้งในรูปแบบเดินในท่อร้อยสาย (HDPE Duct) ให้เป็นระเบียบเรียบร้อย จะต้องทำการ Mark Label Code ทั้งต้นและปลายให้ชัดเจน หลังจากการติดตั้งสายต้องมีการปิดผนึกท่อร้อยสายทุกเส้น เพื่อป้องกันน้ำ หรือสัตว์เข้าไปทำลายสาย

3.1.31 การเดินสายใยแก้วนำแสงภายนอกอาคารแบบแขวนลอยในอากาศได้ (Aerial) วิธีการติดตั้งสายใยแก้วนำแสงต้องเป็นไปตามมาตรฐานให้ใช้มาตรฐาน ที โอ ที หรือมาตรฐาน CAT

3.2 <u>สาย UTP CAT6</u>

3.2.1 เป็นสายทองแดงขนาดไม่ต่ำกว่า 23 AWG ตีเกลียวคู่ จำนวน 4 คู่ ,เปลือกหุ้มสายต้องเป็นชนิดไม่ลามไฟ ฉนวนหุ้มทองแดงทำด้วย Polyethylene(PE) และเปลือกหุ้มทำด้วย Flame Retardant Poly Vinyl Chloride (PVC)

3.2.2 ออกแบบ ผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน TIA/EIA-568-C.2 Category 6 หรือ IEC11801 โดยสถาบันนานาชาติที่น่าเชื่อถือ

3.2.3 สามารถรองรับการใช้งาน Gigabit Ethernet (1000 Base T), Fast Ethernet (100 Base T, 10 Base T, IEEE802.3u), 10Gbps Limit Distance, 155 Mbps 622Mbps 1.2Gbps ATM, ISDN, Video and Voice, PoE

3.2.4 มี Filler Divider อยู่ตรงกลางเพื่อจัดระเบียบสาย

3.2.5 มีคุณสมบัติทางเทคนิคขั้นต่ำดังนี้

- Impedance 100±15 Ohms at 600 MHz
- Attenuation Loss ไม่เกิน 32.8 dB/100m. at 250 MHz และ 54.8 db/100m at 600 MHz

- Operating Temp -10^{O}C ถึง 60^{O}C

3.3 Rack Mount Drawer Tray with Fiber Optic 48 Ports Adapter

3.3.1 หัวเชื่อมต่อเป็นแบบชนิด FC-Single Mode (SM) ไม่น้อยกว่า 48 Ports ต่ออุปกรณ์ โดยสามารถแยกแผ่นต่อสายสัญญาณฯ (Adapter Plate) ออกจากแผงกระจายสัญญาณฯได้

3.3.2 เป็นแบบปิด เพื่อป้องกันฝุ่นละออง หรือสัตว์เข้าไปทำลายสาย

3.3.3 เป็นแผงกระจายสายสัญญาณฯ แบบลิ้นชัก (Slide) ที่ใช้สำหรับติดตั้งในตู้อุปกรณ์ (Rack) ขนาดความกว้าง 19 นิ้ว และแผงกระจายสัญญาณฯ มีความสูงไม่เกิน 2U

3.3.4 มีถาดพักสาย (Splice) สำหรับเก็บสายที่ทำ

3.3.5 การเชื่อมต่อด้วยวิธี Fusion Splice

3.4 UTP Cat 6 Patch Panel

3.4.1 ตัวแผงทำด้วยโลหะ เคลือบสีหรือมีผิวไม่เป็นสนิม ติดตั้งใน Rack ขนาดมาตรฐาน 19”

3.4.2 สามารถรองรับความเร็วในการส่งสัญญาณในระดับ 1000Mbps(Gigabit) ตามมาตรฐาน Category 6

3.4.3 การเข้าสาย UTP ทำจากด้านหลัง โดยใช้เทคนิคการเข้าสายแบบ Insulated Displacement Contact หน้าสัมผัสเคลือบด้วยทองหนา 50 microniches, บน Phosphor Bronze

3.4.4 มีจำนวนหัวต่อสายขนาดมาตรฐาน 24 Port โดยแต่ละ Port มีที่เตรียมสำหรับติด Label

3.4.5 ออกแบบและผลิตตามมาตรฐาน TIA/EIA568-C.2, IEC11801 Class E

3.4.6 มีคุณสมบัติทางเทคนิคที่ความถี่ 250MHz ดังนี้ Attenuation Loss ไม่เกิน 0.10dB, Return Loss ไม่เกิน 17.4dB

3.4.7 มีเครื่องหมายการค้าติดบนผลิตภัณฑ์อย่างชัดเจน

3.5 ตู้เก็บอุปกรณ์

3.5.1 ตู้เก็บอุปกรณ์สื่อสารขนาด 42U

3.5.1.1 ตัวตู้เป็นแบบ Modular Nock Down ผลิตตามมาตรฐาน ANSI/EIA 310D-1992 เหมาะสำหรับงานข่ายสายคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม ขนาดมาตรฐาน 19”

3.5.1.2 มีขนาดความสูงไม่น้อยกว่า 42U ความกว้างไม่น้อยกว่า 60 cm. และความลึกไม่น้อยกว่า 100 cm. และได้รับมาตรฐานอุตสาหกรรม

3.5.1.3 ผลิตจากวัสดุ Galvanize Steel หนาไม่น้อยกว่า 1.2 มม. โครงตู้และเสายึด มีความหน้าไม่น้อยกว่า 2มม. สีดำทั้งตู้

3.5.1.4 ด้านบนเป็นแผ่นทึบมีช่องสำหรับติดพัดลมระบายอากาศ ขนาด 4” ไม่น้อยกว่า 4 ตัว ชนิด Heavy Duty

3.5.1.5 ประตูหน้าเป็นโครงเหล็กเจาะฝังแผ่น Acrylic ซึ่งต้องมองทะลุผ่านได้

3.5.1.6 สีใช้กระบวนการพ่นสีและอบสีด้วยระบบ Electro-Static โดยเป็นสีฝุ่นชนิด Polyester Epoxy

3.5.1.7 กุญแจล็อคมีกุญแจแบบ Master Key

3.5.1.8 มี AC Power Distribution พร้อมขากราวน์ เต้ารับอย่างน้อย 12 เต้ารับ จำนวน 3 ชุดที่รองรับกระแสไฟฟ้าได้อย่างน้อย 15 แอมป์ พร้อมอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชาก อุปกรณ์ตัดกระแสไฟฟ้าเกิน และป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรได้

3.5.1.9 มีพัดลมระบายอากาศ ครบตามจำนวนช่องสำหรับติดตั้งพัดลมของตู้เก็บอุปกรณ์สื่อสาร

3.5.1.10 อุปกรณ์จัดสายสัญญาณ Cable Management สอดคล้องกับอุปกรณ์ที่ติดตั้งตามรูปแบบของตู้

3.5.1.11 อุปกรณ์ Rack ทุกชิ้นส่วน จะต้องมีสายดิน (Ground Cable Kits) เชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกัน เพื่อความปลอดภัย และป้องกันไฟดูด-ไฟรั่ว

3.5.2 <u>ตู้เก็บอุปกรณ์สื่อสารขนาด 27U</u>

3.5.2.1 ตัวตู้เป็นแบบ Modular Nock Down ผลิตตามมาตรฐาน ANSI/EIA 310D-1992 เหมาะสำหรับงานข่ายสายคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม ขนาดมาตรฐาน 19”

3.5.2.2 มีขนาดความสูงไม่น้อยกว่า 27U ความกว้างไม่น้อยกว่า 60 cm. และความลึกไม่น้อยกว่า 100 cm. และได้รับมาตรฐานอุตสาหกรรม

3.5.2.3 ผลิตจากวัสดุ Galvanize Steel หนาไม่น้อยกว่า 1.2 มม. โครงตู้และเสายึด มีความหน้าไม่น้อยกว่า 2มม. สีดำทั้งตู้

3.5.2.4 ด้านบนเป็นแผ่นทึบมีช่องสำหรับติดพัดลมระบายอากาศ ขนาด 4” ไม่น้อยกว่า 4 ตัว ชนิด Heavy Duty

3.5.2.5 ประตูหน้าเป็นโครงเหล็กเจาะฝังแผ่น Acrylic ซึ่งต้องมองทะลุผ่านได้

3.5.2.6 สีใช้กระบวนการพ่นสีและอบสีด้วยระบบ Electro-Static โดยเป็นสีฝุ่นชนิด Polyester Epoxy

3.5.2.7 กุญแจล็อคมีกุญแจแบบ Master Key

3.5.2.8 มี AC Power Distribution พร้อมขากราวน์ เต้ารับอย่างน้อย 12 เต้ารับ จำนวน 3 ชุดที่รองรับกระแสไฟฟ้าได้อย่างน้อย 15 แอมป์ พร้อมอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชาก อุปกรณ์ตัดกระแสไฟฟ้าเกิน และป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรได้

3.5.2.9 มีพัดลมระบายอากาศ ครบตามจำนวนช่องสำหรับติดตั้งพัดลมของตู้เก็บอุปกรณ์สื่อสาร

3.5.2.10 มีอุปกรณ์จัดสายสัญญาณ Cable Management สอดคล้องกับอุปกรณ์ที่ติดตั้งตามรูปแบบของตู้

3.5.2.11 อุปกรณ์ Rack ทุกชิ้นส่วน จะต้องมีสายดิน (Ground Cable Kits) เชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกัน เพื่อความปลอดภัย และป้องกันไฟดูด-ไฟรั่ว

3.6 <u>เต้ารับ (Outlet)</u>

3.6.1 <u>เต้ารับตัวเมีย CAT 6</u>

3.6.1.1 เป็นแบบ 8 pin, RJ45 Modular การต่อสายตามมาตรฐาน TIA/EIA-568A/B ได้รับรองตามมาตรฐาน IEC11801 Class E

3.6.1.2 สามารถรองรับความเร็วในการส่งสัญญาณในระดับ 1000Mbps(Gigabit) ตามมาตรฐาน Category 6

3.6.1.3 หน้าสัมผัสเคลือบด้วยทอง บน Phosphor Bronze หนา 50 micron พร้อม Cover Cap เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและป้องกันฝุ่น

3.6.1.4 มีคุณสมบัติ Attenuation ไม่เกิน 0.10dB, Return Loss ไม่เกิน 17.4dB @250MHz

3.6.1.5 มีเครื่องหมายการค้าติดบนผลิตภัณฑ์อย่างชัดเจน

3.7 ฝาครอบเต้ารับ

3.7.1 ใช้แบบพลาสติกตามมาตรฐานของผู้ผลิต หรือต้องมีอุปกรณ์เสริมต่อร่วมเพื่อใช้ฝาครอบชนิด/รูปแบบเดียวกับเต้ารับไฟฟ้าและต้องเป็นชนิดที่สามารถติด Label ได้

3.7.2 ฝาครอบต้องสามารถติดตั้งเต้ารับได้ 1, 2 หรือ 4 ช่องบนฝาเดียวกัน

3.8 Rackmount for Telephone Module

- Telephone Module ที่ใช้งานของระบบโทรศัพท์จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่ผลิตขึ้น เพื่อใช้งานกับระบบโทรศัพท์เท่านั้น Terminating Module จะต้องติดตั้งบนฐานรองรับอยู่บน Rack Mounted For Telephone Module โดยเฉพาะ ขนาดชุดละ 10 PRS (ขนาดและจำนวนคู่สายทั้งหมดดูรายละเอียดจากแบบ) ในกรณีที่กล่องต่อสายมีขนาดใหญ่จะต้องมี Wire Retainer และ Wire Guide เพื่อจัดหมวดหมู่ของสายให้เรียบร้อย การต่อสายณ ที่ Terminal Module จะต้องสามารถจัดทำด้วยเชิงกล โดยเครื่องมือต่อสายโดยเฉพาะเท่านั้น

4. การติดตั้ง

4.1 สายสัญญาณทั้งหมดต้องเดินร้อยในท่อร้อยสายหรือราง Wire way ตามระบุในแบบ โดยเผื่อปลายสายไว้ข้างละไม่น้อยกว่า 2 เมตร

4.2 อุปกรณ์เดินสายอื่น ๆ ให้เป็นไปตามกำหนดในหมวดอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

4.3 เดินสายในลักษณะ Star Network คือทุกเส้นให้เดินออกจากจุดที่ติดตั้ง Branch Server ไปยังจุด Outlet ที่ติดตั้งคอมพิวเตอร์

4.4 การติดตั้งระบบสาย Data เป็นไปตามมาตรฐาน Ethernet

4.5 สาย UTP ที่นำมาติดตั้ง และ**ห้ามมีการตัดต่อสายระหว่างทาง**

4.6 ในการลากสายเข้าท่อให้ลากอย่างระมัดระวัง มิให้สายถลอกหรือขาดใน

4.7 การติดตั้งสาย Fiber Optic ให้เป็นไปตามมาตรฐานของ TOT และ**ห้ามมีการตัดต่อสายระหว่างทาง**

5. การทดสอบสายสัญญาณและอุปกรณ์ประกอบ

5.1 หลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จ ต้องทดสอบการทำงานของระบบสาย UTP และ Fiber Optic ในทุกๆ ด้านโดยสมบูรณ์ พร้อมทั้งส่งรายงานตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเพื่อให้ความเห็นชอบก่อนส่งมอบงาน

5.2 ผู้รับจ้างต้องทำการส่งมอบ แบบแสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์และแนวสายสัญญาณที่ติดตั้งจริง โดยเป็นส่วนหนึ่งของ As-Built Drawings ที่จะส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างจำนวน 3 ชุด

6. **การรับประกัน**

ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพของอุปกรณ์ในส่วนที่ผู้รับจ้างติดตั้งภายในระยะเวลาการรับประกันที่กำหนดไว้ในสัญญา หรือระยะเวลารับประกันของผลิตภัณฑ์ตามที่กำหนดไว้เฉพาะ นับจากวันที่ผู้ว่าจ้างได้ตรวจรับงาน ทั้งนี้ในระยะเวลาดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องส่งเจ้าหน้าที่ผู้เชี่ยวชาญเข้ามาแก้ไขระบบโดยทันทีที่มีการรับแจ้งปัญหา/ข้อบกพร่อง

หมวดที่ 19 ระบบเสาอากาศโทรทัศน์รวม

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 อุปกรณ์ระบบสายอากาศโทรทัศน์รวมทั้งหมด ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ประกอบสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิตต่างประเทศโดยเฉพาะ และต้องเป็นของใหม่ล่าสุดไม่เคยถูกติดตั้งและใช้งานมาก่อน อุปกรณ์ทั้งหมดจะต้องอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์พร้อมที่จะใช้งาน ไม่ชำรุดบุบสลายมาก่อน

1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างเทคนิคผู้มีความชำนาญงานติดตั้งมาดำเนินการโดยเฉพาะ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวิศวกรผู้ควบคุมงานปฏิบัติการติดตั้งอย่างใกล้ชิด ทั้งนี้เพื่อให้การปฏิบัติงานได้ถูกต้องสมบูรณ์

2. ข้อกำหนดทางเทคนิค

อุปกรณ์ระบบสายอากาศโทรทัศน์รวมที่เสนอราคาติดตั้งใช้งาน ต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานของ International TV System ใช้งานกับระบบ Phase Alterational Line (PAL) เหมาะสมกับสัญญาณระบบ UHF และ VHF จะต้องออกแบบใช้งานกับระบบไฟฟ้า 220-250 V. AC. 50 HZ. เท่านั้น รายละเอียดของอุปกรณ์ประกอบมีดังนี้

2.1 สายอากาศรับสัญญาณจากดาวเทียม (Satellite Antenna)

- จานรับสัญญาณ KU-Band
    - ตัวจานทำด้วยโลหะแผ่นปั๊มขึ้นรูปชิ้นเดียวรูปพาราโบลิค ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 0.75 เมตร มีสีเคลือบซึ่งทนทานต่อการใช้งานภายนอกอาคารที่มีสภาวะอากาศความชื้นสูงและสามารถป้องกันการเกิดสนิมได้เป็นอย่างดี
    - ขาจานต้องเป็นแบบยึดติดพื้นได้ ชุดปรับจานต้องสามารถปรับจานให้หมุนไปยังทิศทางการรับสัญญาณจากดาวเทียมได้โดยสะดวก อุปกรณ์ทั้งชุดสามารถทนต่อความเร็วลมไม่น้อยกว่า 150 กิโลเมตร/ชั่วโมง
    - ตัวจานมีอัตราขยายสัญญาณไม่น้อยกว่า 38dB
    - LNB แบบขั้วเดียว(F-Type) รับสัญญาณได้ทั้ง Vertical และ Horizontal Polarization รองรับ Input Frequency 10.7-11.7GHz, Output Frequency 900-2400MHz, Conversion Gain 60dB(min.), 18VDC, รองรับระบบภาพความละเอียดสูง (High Definition)

2.2 เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมแบบดิจิทัล (Satellite Receiver)

- เป็นเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมแบบดิจิทัลชนิดที่ใช้วางควบคู่กับเครื่องรับทีวีสำหรับบ้านพักอาศัยทั่วไป พร้อมชุดรีโมทคอนโทรล
- รับสัญญาณฟรีทีวีจากดาวเทียมไทยคม เพื่อใช้รับสัญญาณทีวีช่อง 3, 5, 7, MCOT, NBT, TPBS และช่องอื่นรวมไม่น้อยกว่า 50 ช่อง โดยไม่ต้องเสียค่าบริการรายเดือนตลอดอายุการใช้งาน หรือใช้รับสัญญาณทีวีจากดาวเทียมดวงอื่นๆ ตามที่กำหนด
- เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมต้องมีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้
    - รองรับสัญญาณจากดาวเทียมแบบดิจิทัลได้ทั้ง C-Band และ Ku-Band
    - Input Frequency 950-2150MHz

- Compression format DVB-S, DVB-S2
- Screen Format HD 1080p,1080i, 4:3 & 16:9 (Full HD)
- Digital Video& Audio Format MPEG-4, H.264, AC-3 Dolby
- OTA Auto Update
- Connection port

RF in	F-Type, 18VDC to LNB
RF out	RF Plug, ปรับตั้งความถี่ได้, 80dB(min)
Video out	RCA
Video in	RCA
Audio out	RCA (L+R)
Digital out	HDMI
Program	RS232

2.3 Satellite Line Amplifier ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

Frequency Band	950-2000MHz
Gain	35 dB (adjustable)
Input	F Type (13 or 18VDC to LNB)
Output	F Type
Input/output Impedance	75 Ohms
Power Supply	220VAC

2.4 Coaxial Cable

2.4.1 สายสำหรับใช้ภายนอกอาคาร ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

2.4.1.1 RG-6

- Impedance 75 Ohm.
- Inner Conductor 18 AWG. (Solid)
- Dielectric Polyethylene
- O.D. Diameter 6.5 mm
- Jacket Single Sheath PVC
- Shield 95% BC Double layer
- Attenuation not more than 5.2 dB/100m at 50MHz
  not more than18 dB/100m at 700MHz

2.4.1.2 RG-11

- Impedance 75 Ohm.
- Inner Conductor 14 AWG. (Solid)
- Dielectric Polyethylene

- O.D. Diameter 10.3 mm
- Jacket Single Sheath PVC
- Shield 95% BC Double layer
- Attenuation not more than 5 dB/100m at 50MHz
  not more than 17 dB/100m at 700MHz

2.4.2 สายสำหรับใช้ภายในอาคาร ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

2.4.2.1 RG-6

- Impedance 75 Ohm.
- Inner Conductor 18 AWG. (Solid)
- Dielectric Polyethylene
- O.D. Diameter 6.5 mm
- Jacket Single Sheath PVC
- Shield 95% BC
- Attenuation not more than 5.4 dB/100m at 50MHz
  not more than 18.2 dB/100m at 700MHz

2.4.2.2 RG-11

- Impedance 75 Ohm.
- Inner Conductor 14 AWG. (Solid)
- Dielectric Polyethylene
- O.D. Diameter 10.3 mm
- Jacket Single Sheath PVC
- Shield 95% BC
- Attenuation not more than 4 dB/100m at 50MHz
  not more than 12 dB/100m at 700MHz

2.5 Splitter & Tap Off Unit

Splitter และ Tap-off จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่ประกอบขึ้นเพื่อใช้ในการแยกหรือกระจายสัญญาณวิทยุ-ทีวีโดยเฉพาะ อุปกรณ์ทั้งหมดต้องบรรจุอยู่ภายในตัวถังโลหะมีความมั่นคงแข็งแรง เหมาะสำหรับการใช้งานในอาคาร ขั้วต่อสายเป็นแบบเกลียว (F-Type) เป็นชนิด Power-pass ที่รองรับความถี่ใช้งานตั้งแต่ 5 - 2400 MHz

- 2 – Way Splitters
  - Max. Distribution Attenuation 4 dB (at 5 - 860 MHz)
  - Max. Distribution Attenuation 5 dB (at 860 - 1750 MHz)
  - Max. Distribution Attenuation 6 dB (at 1750 - 2400 MHz)
  - Min. Mutual Attenuation Between Output 18 dB (at 5 - 2400 MHz)

- 3 – Way Splitters
    - Max. Distribution Attenuation 6 dB (at 5 - 860 MHz)
    - Max. Distribution Attenuation 7 dB (at 860 - 1750 MHz)
    - Max. Distribution Attenuation 9 dB (at 1750 - 2400 MHz)
    - Min. Mutual Attenuation Between Output 18 dB (at 5 - 2400 MHz)
- 4 – Way Splitters
    - Max. Distribution Attenuation 8 dB (at 5 - 860 MHz)
    - Max. Distribution Attenuation 9 dB (at 860 - 1750 MHz)
    - Max. Distribution Attenuation 10 dB (at 1750 - 2400 MHz)
    - Min. Mutual Attenuation Between Output 18 dB (at 5 - 2400 MHz)

2.6 TV Outlet : ให้ใช้ Outlet แบบ Simplex ต้องเป็นชนิดติดฝาผนัง ปิดด้วยพลาสติก โดย Output Impedance ที่ Outlet นี้มีค่าประมาณ 75 Ohms, TV Outlet นี้ต้องมีวงจรป้องกันการรั่วไหลของไฟฟ้าและออกแบบสำหรับใช้งานในช่วงความถี่ 5-860 MHz มี Screening Factor ไม่ต่ำกว่า 65 db uV. สำหรับสัญญาณ VHF และ 50 – 70 db. UV.สำหรับสัญญาณ UHF และให้ผู้รับจ้างเสนอรายการคำนวณระดับสัญญาณ ที่ความถี่ 800 MHz เสนอขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้งระบบ

2.7 Television Equipment Box

2.7.1 ต้องมีโครงตู้ทำด้วยแผ่นเหล็กพับขึ้นรูปหรือ อลูซิงค์ (Aluzinc) หนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม. เชื่อมติดกันหรือยึดติดกันด้วยสลักเกลียว ฝาหน้าทำด้วยแผ่นเหล็กหรืออลูซิงค์ (Aluzinc) หนาไม่น้อยกว่า 2.0 มม. ทั้งนี้ฝาของแผงสวิตซ์ ทั้งนี้ บานประตูด้านหน้าต้องเป็นแบบเปิดได้ และใช้บานพับแบบซ่อน เปิด/ปิดโดยใช้กุญแจไข สามารถถอดบานประตูออกได้ง่ายและบานประตูต้องแข็งแรง ไม่บิดงอ ฝาตู้ทุกบานต้องมีสายดินบริภัณฑ์โดยใช้สายทองแดงชุบแบบถักต่อลงดินที่โครงตู้

2.7.2 กรรมวิธีป้องกันสนิมและการพ่นสี

2.7.2.1 การพ่นสีชั้นนอก ให้ใช้สีชนิด Polyester Epoxy Powder พ่นด้วยกรรมวิธี Electrostatic และอบด้วยความร้อน

2.7.2.2 ให้ใช้สีเทาหรือสีอื่นตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด ต้องส่งสีตัวอย่างขออนุมัติก่อนการจัดทำ

2.7.3 ขนาดของตู้ไม่น้อยกว่า (กว้างxสูงxลึก) 300มม. X 400มม. X 150มม. หรือให้เพียงพอต่อการติดตั้งอุปกรณ์ประกอบระบบ

3. การติดตั้ง

3.1 สาย Coaxial ของระบบ MATV จะต้องร้อยอยู่ภายในท่อร้อยสายไฟ หรือ Wire Way เท่านั้น จำนวนสาย Coaxial ที่ร้อยใน Conduit จะต้องไม่เกิน 30% (พื้นที่หน้าตัดสายต่อพื้นที่หน้าตัดท่อ) ในกรณีที่มีสัญญาณจากระบบอื่นมารบกวนหรือสัญญาณ MATV ไปรบกวนระบบอื่น จะต้องแยกสายสัญญาณออกจากกัน เพื่อป้องกันการรบกวน

3.2 การติดตั้งท่อร้อยสายให้ถือปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อกำหนดของระบบไฟฟ้า

3.3 Splitter และ Tap Off จะต้องติดตั้งภายในกล่องโลหะมีฝาปิดมิดชิดเท่านั้น กล่องโลหะต้องมีขนาดใหญ่พอโดยไม่ทำให้สาย Coaxial โค้งงอมากเกินไป

3.4 Amplifier จะต้องติดตั้งอยู่ในกล่องโลหะมีฝาปิดมิดชิด และจะต้องมีระบบระบายความร้อนที่เหมาะสมที่กล่องโลหะ

3.5 ในการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบ MATV ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมการป้องกันและแก้ไขในกรณีที่มีสัญญาณรบกวนต่าง ๆ จากภายนอกระบบที่จะสามารถเข้ามารบกวนสัญญาณระบบ MATV ได้

4. การทดสอบ

4.1 ต้องทำการทดสอบโดยการป้อนคลื่นสัญญาณ RF ความถี่ 100MHz, 500MHz และความถี่ 800MHz และทำการวัดระดับสัญญาณที่เต้ารับทีวีทุกชุด โดยระดับสัญญาณต้องอยู่ในช่วง 50-70dB พร้อมทำรายงานผลการทดสอบ

4.2 ทำการทดสอบโดยใช้สัญญาณทีวีจริง และตรวจคุณภาพสัญญาณภาพและเสียง

4.3 การจัดหาเครื่องมือ/อุปกรณ์ ประกอบการทดสอบ เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

5. การรับประกัน

ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพ ของอุปกรณ์ทั้งระบบภายในระยะเวลารับประกันที่กำหนดไว้ในสัญญา นับจากวันที่ผู้ว่าจ้างตรวจรับงานแล้ว ในระยะเวลาดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องส่งเจ้าหน้าที่ผู้เชี่ยวชาญเข้ามาแก้ไขระบบโดยทันทีที่มีการรับแจ้งปัญหา/ข้อบกพร่อง

หมวดที่ 20 ระบบแจ้งสัญญาณเพลิงอัตโนมัติ ชนิดระบุตำแหน่งและโซน

1. ความต้องการทั่วไป

ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ต้องเป็นแบบ ที่ควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ และสามารถใช้ได้กับอุปกรณ์ตรวจจับ (Detector Device) ที่มีหลายช่องสัญญาณ รวมทั้งต้องสามารถต่อเข้ากับอุปกรณ์ตรวจจับที่สามารถระบุตำแหน่งได้ (Addressable Device) ประกอบด้วยโปรแกรมควบคุมการทำงานแบบ GUI เพื่อแสดงตำแหน่งของ Detector และแสดงข้อความเพื่อตอบสนองสัญญาณเตือนนั้นๆ และเพื่อให้เกิดความปลอดภัยและความเหมาะสมสูงสุด อุปกรณ์หลัก และอุปกรณ์ตรวจจับ ควรจะเป็นเป็นผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตเดียวกันทั้งระบบ การติดตั้งอุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ และ อุปกรณ์ประกอบที่ใช้ในระบบ ต้องได้รับการรับรองมาตรฐานจาก EN54 หรือ UL หรือเทียบเท่า และการติดตั้งต้องสอดคล้องกับมาตรฐานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ของ สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

ระบบต้องประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก และอุปกรณ์ตรวจจับดังต่อไปนี้

- ตู้ควบคุมรวม (Multiplex Fire Alarm Control Panel)
- อุปกรณ์ตรวจจับควันที่ระบุตำแหน่งได้ (Addressable Smoke Detector)
- อุปกรณ์ตรวจจับควัน(Conventional Smoke Detector)
- อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนที่ระบุตำแหน่งได้ (Addressable Heat Detector)
- อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน(Conventional Heat Detector)
- อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ด้วยมือที่ระบุตำแหน่งได้ (Addressable Manual Call Point)
- อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ด้วยมือ(Manual Call Point)
- อุปกรณ์แจ้งสัญญาณเหตุเพลิงไหม้ (Signaling Device)

2. ความต้องการทางด้านเทคนิค

อุปกรณ์ของระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

2.1 ตู้ควบคุมรวม (Multiplex Fire Alarm Control Panel, FCP)

2.1.1 ตู้ควบคุมรวม ต้องทำด้วยเหล็กแผ่นหนา มีระบบราง (Rail) ในตู้ควบคุมที่สนับสนุนการต่อเชื่อมกับ Module โดยที่ไม่ต้องเดินทั้งสายข้อมูล และ สาย Power

2.1.2 แผงควบคุม (Main Panel Controller) เป็นจอ แอลซีดี แบบสัมผัส (LCD Touch Screen)

2.1.3 แผงควบคุมต้องแสดงสัญญาณไฟ LED ในสภาวะต่างๆ อย่างน้อย ดังนี้

2.1.3.1 Alarm

2.1.3.2 Test

2.1.3.3 Device Activated

2.1.3.4 Power

2.1.3.5 Fault

2.1.3.6 Fault Systems

2.1.3.7 Signal Silence

2.1.3.8 Bypassed

2.1.4 สามารถขยายการเชื่อมต่อได้ไม่ต่ำกว่า 8 Loops

2.1.5 สามารถรองรับอุปกรณ์ได้ไม่น้อยกว่า 200 อุปกรณ์แบบระบุตำแหน่ง

2.1.6 สามารถควบคุมอุปกรณ์ตรวจจับที่อยู่ห่างไกลได้ในระยะห่างไม่น้อยกว่า 2,800 เมตร จากตู้ควบคุม

2.1.7 สามารถเก็บบันทึกเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับระบบได้ไม่น้อยกว่า 1000 เหตุการณ์

2.1.8 ต้องมี Backnet Interface Card ติดตั้งภายในตู้ เพื่อต่อเชื่อมสัญญาณให้กับระบบควบคุมอาคารอื่นๆ

2.1.9 มีการแบ่งการทำงานของอุปกรณ์ในชุดควบคุมเป็นส่วนๆ ตามลักษณะการทำงาน (Module Functional) เพื่อที่จะเลือกใช้เฉพาะ Module ที่จำเป็นกับความต้องการของระบบควบคุม

2.1.10 มี Module ที่สามารถเชื่อมต่อกับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่ถูกติดตั้งแบบ Hardwire (Conventional)

2.1.11 ใช้ Address Memory Cards ในการบันทึกค่าตำแหน่งของอุปกรณ์ในระบบ และสามารถเลือกใช้ขนาดความจุของ Memory card ตามความต้องการจริง

2.1.12 สามารถติดตั้งหรือถอนชิ้นส่วนในชุดควบคุมโดยไม่รบกวนต่อการทำงานของระบบ (Hot Plug-In Feature)

2.1.13 สามารถขยายระบบได้โดยการเชื่อมต่อแผงควบคุมเข้าด้วยกันได้ไม่จำกัด

2.1.14 มีระบบการตรวจสอบสถานะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบพร้อมการแจ้งเตือนและสามารถแสดงเหตุขัดข้องของวงจร เช่น สาย Detector หรือสาย Signaling devices ขาดหรือลัดวงจร

2.1.15 สามารถปิดการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับในแต่ละโซน

2.1.16 มีไฟ LED แสดงผลการตรวจจับที่ตู้ควบคุม โดยแสดงตามโซนที่กำหนด

2.1.17 ระบบต้องสามารถใช้งานได้ขณะไฟฟ้าดับไม่น้อยกว่า 48 ชั่วโมง และมีกำลังพอใช้ส่งสัญญาณเตือนเพลิงไหม้ได้นานไม่น้อยกว่า 5 นาที โดยมีแบตเตอรี่ชนิด SEALED LEAD CALCIUM และอุปกรณ์ประจุไฟอัตโนมัติ, โดยต้องแสดงรายการคำนวณเพื่อขออนุมัติ

2.1.18 ให้ติดตั้งรีเลย์พิเศษ (1NO+1NC) ไปยังอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อแจ้งสถานะเพลิงไหม้ให้เพียงพอ เช่น แผงควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉิน แผงควบคุมระบบลิฟต์ ระบบปรับอากาศและพัดลม

2.2 อุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ มีใช้ชนิดต่างๆ ตามที่กำหนดในแบบ

2.2.1 อุปกรณ์ตรวจจับควันที่ระบุตำแหน่งได้ (Addressable Smoke Detectors)

- เป็นชนิด Photoelectric แบบมีรหัสประจำตัวอุปกรณ์ (Addressable)
- การตรวจจับควัน เป็นเป็นการตรวจจับแบบ ลำแสง Scattered Light Measurement
- มีดวงไฟ LED แสดงการทำงานในตัวที่สามารถมองเห็นได้ 360 ๐
- ครอบคลุมพื้นที่ตรวจจับได้ไม่น้อยกว่า 120 ตารางเมตร
- สามารถติดตั้งสูงจากพื้นได้ถึง 16 เมตร
- มีฐาน (Base) สำหรับถอดหัวอุปกรณ์ออก เพื่อทำความสะอาดได้

2.2.2 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนแบบระบุตำแหน่งได้ (Addressable Heat Detector)

- เป็นชนิดผสม (Rate of Rise and Fixed Temperature) มีรหัสประจำตัวอุปกรณ์ (Addressable)

- แบบตรวจจับอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิสูงเกินกำหนด (Rate of Rised Temperature) ไม่น้อยกว่า 10 องศาเซลเซียสต่อนาที และอุณหภูมิเมื่อสูงไม่น้อยกว่า 54 องศาเซลเซียส
- มีดวงไฟ LED แสดงการทำงานในตัวที่สามารถมองเห็นได้ 360 ◌ำ
- ครอบคลุมพื้นที่ตรวจจับได้ไม่น้อยกว่า 40 ตารางเมตร
- สามารถติดตั้งสูงจากพื้นได้ถึง 7 เมตร
- มีฐาน (Base) สำหรับถอดหัวอุปกรณ์ออก เพื่อทำความสะอาดได้

2.2.3 อุปกรณ์ตรวจจับควัน (Conventional Smoke Detectors)

- เป็นชนิด Photoelectric
- การตรวจจับควัน เป็นเป็นการตรวจจับแบบ ลำแสง Scattered Light Measurement
- มีดวงไฟ LED แสดงการทำงานในตัวที่สามารถมองเห็นได้ 360 ◌ำ
- ครอบคลุมพื้นที่ตรวจจับได้ไม่น้อยกว่า 120 ตารางเมตร
- สามารถติดตั้งสูงจากพื้นได้ถึง 16 เมตร
- มีฐาน (Base) สำหรับถอดหัวอุปกรณ์ออก เพื่อทำความสะอาดได้

2.2.4 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Conventional Heat Detector)

- เป็นชนิดผสม (Rate of Rise and Fixed Temperature)
- แบบตรวจจับอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิสูงเกินกำหนด (Rate of Rised Temperature) ไม่น้อยกว่า 10 องศาเซลเซียสต่อนาที และอุณหภูมิเมื่อสูงไม่น้อยกว่า 54 องศาเซลเซียส
- มีดวงไฟ LED แสดงการทำงานในตัวที่สามารถมองเห็นได้ 360 ◌ำ
- ครอบคลุมพื้นที่ตรวจจับได้ไม่น้อยกว่า 40 ตารางเมตร
- สามารถติดตั้งสูงจากพื้นได้ถึง 6 เมตร
- มีฐาน (Base) สำหรับถอดหัวอุปกรณ์ออก เพื่อทำความสะอาดได้
- ต้องเป็นชนิด Fixed Temp จะต้องทำงานเมื่ออุณหภูมิถึงระดับ 135 องศาเซลเซียส

2.3 อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ด้วยมือที่ระบุตำแหน่งได้ (Addressable Manual Call Station)

- เป็นชนิดตั้งรหัสประจำตัวอุปกรณ์ (Addressable)
- เป็นชนิดทุบกระจกแตก แล้วกดปุ่มสวิทช์ เพื่อแจ้งเตือนเหตุเพลิงไหม้
- มีไฟ LED เตือนเมื่อทำการกดปุ่ม
- ใช้กุญแจในการทำให้เกิด General Alarm
- ติดตั้งแบบยึดติดผนัง สูงจากพื้น 1.50 เมตร

2.4 เครื่องส่งสัญญาณ

2.4.1 ในกรณีที่มีระบบส่งเสียงสัญญาณ Slow whoop และส่งเสียงพูดได้ด้วย ให้ใช้ลำโพงชนิด ดังนี้:-

2.4.1.1 ลำโพงใช้ในบริเวณนอกอาคารหรือบริเวณที่โดนฝน ใช้แบบ Voice/tone re-entrant ทำสำหรับติดฝังหรือลอยกรอบทำด้วยอลูมิเนียมหล่อ ทนละอองน้ำ (Weatherproof) ใช้งานในอุณหภูมิได้สูงถึง 150 องศาฟาเรนไฮต์ ทนความสั่นสะเทือน การผุกร่อน แมลง สามารถใช้งานกำลังสูงสุดได้ถึงประมาณ 15 วัตต์ RMS โดยส่งเสียงได้ดังประมาณ 85 db at 10 feet at power of

1/4 watt มีหม้อแปลงและคะแปซิเตอร์ต่อคร่อมกับวงจรส่งเสียงสัญญาณเลือกต่อกำลังได้ 4 ระดับ คือ 2 วัตต์ 1/2 วัตต์ และ 1/4 วัตต์

2.4.1.2 ลำโพงแบบโคนกระดาษ ขนาด 4 นิ้ว ทำสำหรับติดฝังในฝ้า หรือผนังมีตะแกรงสีขาวแบบเหลี่ยมหรือกลมที่สวยงาม Cone เป็นชนิด Fire retardant, moisture proof ขนาดใช้ติดตั้งในกล่องต่อสายมาตรฐานขนาด 4 นิ้ว ร่วมกับกล่องต่อขนาด 1 1/2' มีหม้อแปลงและคะแปซิเตอร์ต่อคร่อมกับวงจรส่งเสียงสัญญาณ เลือกต่อกำลังได้ 2 ระดับ คือ1 วัตต์ หรือ1/2 วัตต์ลำโพงสามารถส่งเสียงดังได้ประมาณ 85 db at 10 feet at power of 2 watts ลำโพงแบบนี้ใช้ติดในห้องทำงาน ห้องพักขนาดเล็ก

2.4.2 ระฆัง เป็นชนิด Low current 24 VDC vibrating bell ใช้ได้ทั้งภายใน และภายนอกอาคาร เป็นแบบใช้มอเตอร์หรือคอยล์ 2 ตัว มีขนาด 6 นิ้ว ดังประมาณ 90db at 10 Feet

2.4.3 แตรเป็นชนิด Vibrating horn กรอบทำด้วยอลูมิเนียมหล่อ แผ่น Diaphragm เป็นเหล็กสเตนเลส ตั้งระดับความดังได้ความดังสูงสุดประมาณ 104 db at 10 feet ใช้กับไฟ 24 โวลต์ดีซี

2.5 อุปกรณ์สำหรับระบบส่งเสียงสัญญาณและเสียงพูดฉุกเฉิน ถ้ามีกำหนดให้ติดตั้งให้ใช้ดังนี้:-

2.5.1 เครื่องอัดแบตเตอรี่และแบตเตอรี่ที่ใช้สำหรับระบบแจ้งสัญญาณเพลิง ต้องมีกำลังพอใช้กับระบบเสียงสัญญาณนี้

2.5.2 เครื่องทำสัญญาณ Slow whoop (tone generator) ต้องมี 2 ชุด ใช้ 1 ชุด สำรอง 1 ชุด

2.5.3 พรี-แอมพลีไฟเออร์ ต้องมี 2 ชุด เช่นกัน มีที่ต่อไมโครโฟนแบบมีสวิตช์ และมีที่ต่อสัญญาณอื่นได้อีก 2 อย่างด้วยมีอุปกรณ์ปรับระดับสัญญาณสำหรับไมโครโฟนมีปุ่มปรับเสียงทุ้มและเสียงแหลมแยกต่างหาก

2.6 ผังแจ้งสัญญาณเตือนเพลิงไหม้ (Graphic Annunciator) ทำจากแผ่นเหล็กหน้าไม่น้อยกว่า 1.6 มม. สามารถติดตั้งได้โดยยึดกับผนัง หรือฝังในผนังตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ โดยมีความสามารถและรายละเอียดการทำงานดังนี้

2.6.1 แผ่นแสดงแผนผังอาคาร (Mimic Plate) ทำจากอลูมิเนียมหน้าไม่น้อยกว่า 2 มม. ลงแบบอาคารโดยวิธีอโนไดซ์ (Aluminium Anodize Screen) หรือทำจาก Stainless Steel ชนิดด้าน (Hair line Finished) กัดเซาะร่องเป็นแผนผังอาคารทุกชั้น สามารถแสดงผลโดยที่ขนาดแผนผังแต่ละชั้น ไม่น้อยกว่าขนาด A2

2.6.2 หลอดไฟ (LED)

2.6.2.1 สีแดง แสดงตำแหน่งที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ที่ได้แบ่งไว้ตามแผนผังอาคาร (ทุกๆตำแหน่งที่มีอุปกรณ์ตรวจจับ หรืออุปกรณ์แจ้งเหตุ ติดตั้งอยู่)

2.6.2.2 สีเขียว สำหรับใช้ระบุสัญญาณ Power On

2.6.3 สวิทช์ (Switch)

2.6.3.1 Lamp Test Switch

2.6.3.2 Acknowledge Switch

2.6.3.3 System Reset Switch

2.6.3.4 General Alarm Switch

2.7 อุปกรณ์ระบบโทรศัพท์ฉุกเฉิน ถ้ากำหนดไว้ให้ติดตั้ง ใช้อุปกรณ์ดังนี้ :-

2.7.1 มีโทรศัพท์ชุดหนึ่งติดประจำไว้ที่แผงควบคุมรวม และอีกชุดหนึ่งติดประจำที่แผงควบคุมระยะไกล (หากมีติดตั้ง) มีสวิทช์ตอบรับและสัญญาณไฟการเรียก

2.7.2 อุปกรณ์ชุดควบคุมระบบโทรศัพท์ ประกอบด้วย สัญญาณเสียงเรียกและมี 20 Hz Side Tone Oscillator

2.7.3 ถ้าหากมีวงจรโทรศัพท์มากกว่าหนึ่งวงจร ต้องมีสวิทช์เลือกวงจร (Phone circuit selector) มีสวิตช์ตอบรับไฟสัญญาณเรียกซึ่งจะกระพริบเมื่อมีผู้เรียกและจะติดตลอดเวลา เมื่อกดสวิตช์ตอบรับแล้ว หากมีเหตุเสียในวงจรโทรศัพท์ต้องมีสัญญาณไฟและเสียงแจ้งเหตุเสีย

2.7.4 ให้ติดตั้งเต้ารับโทรศัพท์ สำหรับใช้เสียบโทรศัพท์มือถือ ตามจุดต่างๆ ที่กำหนดในแบบ

2.7.5 ให้จัดโทรศัพท์แบบมือถือพร้อม Coiled และเต้าเสียบจำนวนตามที่กำหนดและให้จัดตู้แขวนเก็บโทรศัพท์นั้นไว้ให้ในห้องแผงควบคุมรวมด้วย

2.8 เครื่องพิมพ์ (Printer) เป็นชนิด Dot Matrix Printer 24 pins, ชนิดแคร่สั้น, มีชุดป้อนกระดาษต่อเนื่อง, ป้อนกระดาษแผ่นเดี่ยว, พร้อมกระดาษต่อเนื่อง 2 กล่อง

3. การติดตั้ง

3.1 ให้ติดตั้งแผงควบคุมรวมของระบบแจ้งสัญญาณเพลิง พร้อมทั้งแบตเตอรี่และเครื่องอัดในแผงควบคุมรวมของอาคารตามตำแหน่งที่กำหนด

3.2 สายไฟฟ้า ให้ใช้สาย มอก.11 ชนิด 70 องศาเซลเซียส 250 โวลต์ ขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตรสำหรับวงจรแจ้งสัญญาณเพลิง และขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร สำหรับวงจรระฆังสายให้ใช้สายสีตามระบบสีที่เหมาะสม และต้องมีป้ายรหัสติดทุกจุดที่มีการต่อสายเข้าแผง หรือต่อสายระหว่างทางสายให้ร้อยในท่อร้อยสายตามที่กำหนดตลอดเมื่อติดตั้งแล้วต้องมีการทดสอบสายขาดและสายลัดวงจรสายสัญญาณและสายลำโพงแบบเสียงพูดใช้แบบ Twisted pair สายโทรศัพท์ใช้ชนิด TIEV ขนาด 0.65 มม. หรือ0.9 มม. ที่จำเป็นต้องใช้ตามระยะทางสาย

3.3 ให้ผู้รับจ้างกำหนดขนาดและจำนวนสายต่างๆ ตามคำแนะนำของผู้จำหน่ายอุปกรณ์ โดยสายให้ร้อยในท่ออีเอ็มทีหรือไอเอ็มซี นอกจากกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ขนาดท่อให้กำหนดตามประกาศกระทรวงมหาดไทยว่าด้วยความปลอดภัยทางด้านไฟฟ้า

3.4 ตำแหน่งที่แน่นอนของ detectors, manual, station, speaker อาจมีการเปลี่ยนแปลงระหว่างก่อสร้าง ให้ผู้รับจ้างนำเสนอแบบแสดงตำแหน่งการติดตั้งให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาก่อนการติดตั้ง

3.5 เมื่อติดตั้งระบบเสร็จแล้วต้องมีการทดสอบการทำงานของระบบให้ครบถ้วน โดยมีผู้แทนของผู้ว่าจ้างเข้าร่วมด้วย

4. การรับประกัน

ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพ ของอุปกรณ์ทั้งระบบภายในระยะเวลาการรับประกันที่กำหนดไว้ในสัญญา นับจากวันที่ผู้ว่าจ้างได้ตรวจรับงานแล้ว ทั้งนี้ในระยะเวลาดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องส่งเจ้าหน้าที่ผู้เชี่ยวชาญเข้ามาแก้ไขระบบโดยทันทีที่มีการรับแจ้งปัญหา/ข้อบกพร่อง

หมวดที่ 21 ระบบกระจายเสียงตามสายผ่านระบบเครือข่าย

1. ความต้องการทั่วไป

ระบบเสียงตามแผนผังที่แสดงในแบบ เป็นเพียงแนวทางซึ่งแสดงชนิดและจำนวนขั้นต่ำของอุปกรณ์ เพื่อกำหนดวิธีการในการออกแบบรายละเอียด และเลือกอุปกรณ์เพื่อการเสนอราคาเท่านั้น ผู้รับจ้างจะต้องนำเสนอรายการอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ส่งพร้อมใบเสนอราคา

1.1 ***Sound Control Panel SCP ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ ดังนี้***

- Sound Cabinet Rack	จำนวน	1	ชุด
- Network Sound Controller	จำนวน	1	ชุด
- CD Player	จำนวน	1	ชุด

1.2 ***DR-1 ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ ดังนี้***

- Network Processing Amplifiers	จำนวน	1	ชุด

1.3 ***DR-2 ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ ดังนี้***

- Network Processing Amplifiers	จำนวน	1	ชุด

1.4 ***อุปกรณ์อื่น ๆ ซึ่งเป็นส่วนประกอบ ดังนี้***

- Sound Control Touchscreen	จำนวน	2	ชุด
- Microphone call station	จำนวน	2	ชุด

2. ข้อกำหนดทางเทคนิคและการติดตั้ง

2.1 อุปกรณ์ระบบเสียงที่ห้องควบคุม (Sound Control Panel) ควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันทั้งหมด แต่ผู้รับจ้างอาจใช้อุปกรณ์บางอย่างที่เป็นผลิตภัณฑ์ต่างชนิดกันก็ได้ ถ้าอุปกรณ์เครื่องนั้นมีความเหมาะสมกับลักษณะการใช้งานมากกว่า และสามารถทำงานร่วมกันกับอุปกรณ์อื่นในระบบเดียวกันได้

2.2 เครื่องขยายเสียง, เครื่องเล่น CD, วิทยุ, Mixer และ Patch Panel ต้องติดตั้งบน Steel Rack อยู่ในตู้โลหะด้านหน้ามีฝาเปิดบุด้วยพลาสติกใสสามารถมองเห็นการทำงานของอุปกรณ์ได้อย่างชัดเจน

2.3 Sound Control Panel (SCP)

2.3.1 Sound Caloinet Rack

- เป็นตู้สำหรับใส่อุปกรณ์ขนาดมาตรฐาน 19 นิ้ว สูงไม่น้อยกว่า 15 U สามารถเก็บอุปกรณ์ได้พอดีกับอุปกรณ์ต่างๆ
- ตัวตู้มีความแข็งแรงรับแรงกระแทกได้ดี ประตูเป็นแบบใช้กุญแจล็อคทั้งด้านหน้าและด้านหลัง ด้านหน้ามีพลาสติกใสสีชาหรือสีอื่นๆ ที่สามารถมองเห็นอุปกรณ์ภายในตู้ได้ พร้อมล้อเลื่อน
- มีรางปลั๊ก 220 VAC จำนวนไม่น้อยกว่า 6 ช่อง พร้อมสวิทซ์หรือ Circuit Breaker สำหรับควบคุมการเปิด-ปิดเพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้า และมีพัดลมระบายอากาศ โดยไม่มีเสียงดังรบกวน

2.3.2 Network Sound Controller

- เป็นเครื่องปรับแต่งสัญญาณระบบดิจิตอลขนาด 8 input / 8 output
- มีระบบประมวลผลแบบ 24-bit/AD/DA converters

- สามารถเชื่อมต่อ Audio USB ไม่น้อยกว่า 8 Channel
- สามารถปรับแต่งเสียงและควบคุมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ได้โดยผ่านช่อง RS-232 และเชื่อมต่อผ่านทาง Ethernet เพื่อการควบคุมได้
- สามารถปรับรวบรวมผสมสัญญาณการทำงาน Mixers, Equalizers และ Filters ได้
- สามารถรองรับการเชื่อมต่อกับ ระบบโทรศัพท์ ระบบ อนาล็อก (POTS telephone Interface)
- สามารถรองรับการเชื่อมต่อกับ ระบบโทรศัพท์ ระบบ ดิจิตอล (VoIP Softphone Interface)
- ช่วงความถี่ตอบสนอง (20Hz-20Hz @ +21 dBu) : +0.05 dB / -0.5 dB
- ค่าความเพี้ยนขาเข้า (Input THD)(20Hz-20KHz @ +21 dBu) : น้อยกว่า 0.1%
- ค่า Crosstalk @ 1 kHz : มากกว่า 100 dB
- ค่าความต้านทานขาเข้า (Input Impedance) : 5 k ohms
- ค่า Input Sensitivity Range : -39 dBu ถึง +21 dBu
- A/D – D/A Converter : 24-bit

2.3.3 **Network Processing Amplifiers**

- เป็นเครื่องขยายเสียงชนิด 4 ช่องสัญญาณ แต่ละช่องต้องมีกำลังขับ ไม่น้อยกว่า 600 W/CH (100V)
- สามารถรับสัญญาณเสียงผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้
- มีปุ่ม Mute และ Select แยกแต่ละช่องสัญญาณเสียงที่หน้าเครื่อง
- สามารถต่อลำโพงแบบ 2 , 4 , 8 โอม และ 100 V เป็นอย่างน้อย
- ความถี่ตอบสนอง 20 Hz – 20 kHz เป็นอย่างน้อย
- มีค่าความเพี้ยนของสัญญาณรวมที่ 8 โอม (THD)ไม่เกิน 0.03%
- มีค่า Damping Factor มากกว่า 150
- มีระบบป้องกันสายลำโพง Short circuit
- สามารถยึดติดตั้งบนตู้ Rack 19 นิ้ว ได้โดยตรง

2.3.4 **CD Player / Radio Tuner**

- สามารถเล่นแผ่นได้หลากหลายรูปแบบ เช่น CD, CD-R, CD-RW, USB,SD/MMC, FM Radio
- มีค่าตอบสนองความถี่ 20 Hz – 20kHz
- อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (S/N) ไม่น้อยกว่า 90 dB
- มีค่า Dynamic Range 90 dB หรือดีกว่า
- มีค่าความเพี้ยนรวม (THD) 0.01 % หรือต่ำกว่า
- 9. ใช้แรงดันไฟฟ้า AC 100V – 240V ความถี่ 50Hz / 60Hz ได้
- 10. ควบคุมการทำงานได้ด้วย Remote Control
- ติดตั้งกับ 19” RACK มีขนาด 1 U.
- FM 88-108 MHz, 30 Memory Preset
- แยก Output ระหว่าง CD Player และ FM Tuner

2.3.5 **Sound Control Touchscreen**

- เป็นจอควบคุมแบบตั้งโต๊ะ ที่สามารถเชื่อมต่อผ่านระบบเครือข่ายได้โดยตรง ผ่าน INTERNET PORT RJ-45 (POE)
- เป็นอุปกรณ์ควบคุมแบบสัมผัสหน้าจอ ขนาดหน้าจอไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว
- มีหน้าจอแสดงผลไม่น้อยกว่า LCD 800 x 480 PIXELS สำหรับควบคุมการทำงาน หรือแสดงสถานการณ์ทำงาน หรือดีกว่า
- รองรับการจ่ายกระแสไฟเลี้ยงผ่านสายแลนด์ (POE)

2.3.6 **Call Station (Microphone)**

- TYPE : Condenser Microphone, Table Top
- POLAR PATTERN : Cardioid
- FREQUENCY RESPONSE : 30-20,000 Hz
- OPEN CIRCUIT SENSITIVITY : –40 dB (10.0 mV) re 1V at 1 Pa
- IMPEDANCE : 250 ohms
- MAXIMUM INPUT SOUND LEVEL : 138 dB SPL, 1 kHz at 1% T.H.D.
- SIGNAL-TO-NOISE RATIO : 65 dB, 1 kHz at 1 Pa

2.3.7 **Ceiling Loudspeaker 6 Watt**

- Rated Input : 6 W (100 V/70 V Line)
- Rated Impedance : 6 W, 3 W, 1.5 W, 0.8 W
- Sound Pressure Level : 92 dB (1 W, 1 m)
- Frequency Response : 100 - 12,000 Hz
- Speaker Component : 16 cm dynamic cone-type speaker

2.3.8 **Ceiling Mount Speaker 15 Watt**

- Rated Input : 15 W (100 V, 70 V line)
- Rated Impedance : 100 V line: 15 W, 10 W, 5 W, 3 W
- Sensitivity : 92 dB (1 W, 1 m)
- Frequency Response : 45 Hz – 20 kHz
- Speaker Component : 20 cm (8") coaxial cone-type

2.3.9 **Volumn Control 6 Watt, 30 Watt or 60 Watt**

- Input Range : 0.5 W – 6 W, 30 W or 60 W
- Attenuation : 5 steps (0 dB, -6 dB, -12 dB, -18 dB, OFF), Compatible with 2 wire and 3 wire system
- Finish : Knob, panel, plate; ABS resin, white
  Case; ABS resin, black

2.3.10 **Projection Loud Speaker 10 Watt**

- Rated Input : 10 W (100 V/70 V Line)
- Input Impedance : 100 V Line : 10 W, 5 W, 2.5 W
- Preset Impedance : 1 k ohm
- Sound Pressure Level : 92 dB (1 m, 1 W) at 1 kHz
- Speaker Component : 12 cm
- Frequency Response : 65 Hz - 15 kHz
- Finish : Cabinet, Cover: ABS Resin, off-white
  Bracket: SPCC, off-white

2.3.11 **Projection Loud Speaker 20 Watt**

- 1. Rated Input : 20 W (100 V/70 V Line)
- 2. Input Impedance : 100 V Line : 20 W, 10 W, 5 W
  70 V Line : 20 W, 10 W, 5 W, 2.5W
- 3. Preset Impedance : 500 ohm
- 4. Sound Pressure Level : 92 dB (1 m, 1 W) at 1 kHz
- 5. Speaker Component : 16 cm
- 6. Frequency Respons : 50 Hz – 20 kHz
- 7. Finish : Cabinet, Cover: ABS Resin, off-white
  : Bracket: SPCC, off-white

3. การรับประกัน

ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพ ของอุปกรณ์ทั้งระบบภายในระยะเวลาการรับประกันที่กำหนดไว้ในสัญญา นับจากวันที่ผู้ว่าจ้างได้ตรวจรับงาน ทั้งนี้ในระยะเวลาดังกล่าว

หมวดที่ 22 การอุดช่องเพื่อป้องกันไฟลาม

1. **ความต้องการทั่วไป**

   1.1 ใช้อุดรอบท่อและภายในท่อร้อยสาย รางร้อยสาย รางวางสาย สายเดินลอย ที่เดินทะลุผ่านพื้นและผนัง ระหว่างชั้นทั้งหมด

   1.2 ช่องเปิดที่เปิดไว้สำหรับสายไฟ ราง และท่อร้อยสายในอนาคต

   1.3 วัสดุป้องกันไฟลาม ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับลักษณะของงาน และสภาพสถานที่ในการติดตั้ง ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน BS หรือ IEC

2. **คุณสมบัติ**

   2.1 ขยายตัวได้อย่างรวดเร็วเมื่อได้รับความร้อนสูง

   2.2 เกาะยึดได้ดีกับคอนกรีต, โลหะ, ไม้, พลาสติก และฉนวนหุ้มสายไฟฟ้าได้ดี

   2.3 สามารถตัดออกได้ง่ายเมื่อแห้งตัว ทนการสั่นสะเทือนได้ดี

   2.4 สามารถขยายตัวแทนที่ฉนวนหุ้มสายไฟฟ้าเมื่อเกิดเพลิงไหม้

   2.5 สามารถทนความร้อนได้ถึง 1000 องศาเซลเซียส ได้ไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง

   2.6 ไม่มีไอระเหยที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพทั้งในขณะปกติและขณะเกิดเพลิงไหม้

3. **การติดตั้งและทดสอบ**

   3.1 การใช้วัสดุป้องกันไฟลามต้องติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิตโดยเคร่งครัด ความเสียหายใดๆ ที่เกิดจากความผิดพลาดของผู้รับจ้าง และ/หรือไม่ได้ทำตามคำแนะนำ

   3.2 ความหนาของวัสดุอุดช่องเพื่อป้องกันไฟลามที่นำมาใช้และต้องสอดคล้องกับอัตราการทนไฟของพื้น ผนัง หรือเพดานนั้นๆ แต่ต้องมีอัตราการทนไฟไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

หมวดที่ 23 ระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า (Lighting Protection System)

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้ง รวมถึงการทดสอบระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า สำหรับสิ่งปลูกสร้างโดยต้องเป็นไปตามมาตรฐาน วสท. และ IEC

1.2 อุปกรณ์ระบบล่อฟ้า อุปกรณ์ต่อสาย และอุปกรณ์จับยึดระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า จะต้องทำด้วยวัสดุซึ่งไม่เกิดปฏิกิริยา Galvanic action หรือต้องมีกรรมวิธีป้องกันที่เหมาะสม

1.3 ไม่อนุญาติให้ทำการเปลี่ยนแปลงระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า โดยไม่ได้รับการเห็นชอบจากผู้ออกแบบ

2. อุปกรณ์และการติดตั้ง

2.1 หลักดิน (Grounding Electrode)

2.1.1 หลักดินชนิดแท่งเหล็กหุ้มทองแดง (Copper Clad Steel Ground Rod) กลมมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15.87 มม. (5/8 นิ้ว) มีความยาวไม่น้อยกว่า 3,000 มม. ในกรณีที่ต้องการปักหลักดินให้ลึกกว่า 2,400 มม. อาจจะใช้หลักดินที่มีขนาดความยาวต่างๆ ได้ โดยใช้ข้อต่อแบบมีเกลียวต่อให้ได้ความยาวตามต้องการ ที่ยึดสายดินเข้ากับหลักดินต้องทำด้วยโลหะที่ไม่ผุกร่อน และไม่มีปฏิกิริยาที่เรียกว่า Galvanic Action กับสายดิน ทองแดงที่ใช้หุ้มต้องมีความบริสุทธิ์ 98% และต้องมีความหนาของทองแดงที่หุ้มไม่น้อยกว่า 0.25 มม.หลักดินจะต้องฝังลงไปในดินตามแนวดิ่ง โดยส่วนบนของหลักดินต้องอยู่ต่ำจากระดับดินไม่น้อยกว่า 30 ซม. และต้องห่างจากผนังอาคารไม่น้อยกว่า 60 ซม.

2.1.2 หลักดินโดยธรรมชาติ ซึ่งใช้ฐานรากอาคารเป็นหลักดิน จะต้องเป็นฐานรากแบบใช้เสาเข็ม และมีเหล็กเสริมเป็นตัวนำขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 120 ตารางมิลลิเมตร ยาวตลอดความยาวของเสาเข็ม การต่อเชื่อม ต้องเชื่อมทาบยาวไม่น้อยกว่า 10 ซม. เหล็กเสริมชุดที่ใช้เป็นหลักดินหรือตัวนำต้องทาสีหรือทำเครื่องหมายที่ชัดเจน

2.1.3 ความต้านทานการต่อลงดิน (Grounding Resistance) ของระบบจะต้องมีค่าไม่เกิน 5 โอหม์ หากเกินกว่านี้จะต้องตอกหลักดินเพิ่มและต่อเชื่อมกับหลักดินเดิมจนกว่าจะได้ค่าตามที่กำหนด โดยหลักดินที่ตอกเสริมจะต้องอยู่ห่างจากหลักดินอันแรกไม่น้อยกว่า 1.80 เมตร

2.1.4 หลักดินทุกชุดต่อมีจุดตรวจ-ทดสอบ ยกเว้นรากสายดิน โดยธรรมชาติ

2.2 สายดิน (Grounding Conductor)

2.2.1 สายนำลงดิน (Down conductor) ใช้สายทองแดงเปลือย ชนิดทนแรงดันไฟฟ้าแรงสูง (High Voltage resistant insulated) ขนาดไม่น้อยกว่า 50 ตร.มม. สำหรับอาคารสูงไม่เกิน 23 เมตรและไม่น้อยกว่า 70 ตร.มม. สำหรับอาคารสูงเกิน 23 เมตร หรือใช้เหล็กเสริมในเสาคอนเกรีตขนาดไม่น้อยกว่า120 ตร.มม.

2.2.2 Down Conductor จะต้องมีไม่น้อยกว่า 2 จุด และมีเพิ่มขึ้นอีก 1 จุด ทุกระยะไม่เกิน 20 เมตร ตามความยาวของเส้นรอบอาคาร

2.2.3 มีตัวนำประสานศักดิ์ Equipotetial Loop Conductor เชื่อมต่อระหว่าง Down Conductor แต่ละเส้นให้มีความต่อเนื่องจากไฟฟ้า โดยนำทองแดงมีขนาดไม่น้อยกว่า 50 หรือ70 ตร.มม. (ตามประเภทความ

สูงของอาคาร) เดินไปพร้อมกับเหล็กโครงสร้างฝังในคอนกรีตตามแนวระดับที่ชั้น Ground และฝังในพื้นคอนกรีตทุกระยะความสูงไม่กิน 20 เมตรตามแนวตั้ง หรือตามที่ระบุในแบบและจะต้องมีการเชื่อมติดกับเหล็กโครงสร้าง ด้วยวิธี Exothermal Welding

2.2.4 วัสดุหรืออุปกรณ์ทุกชนิดที่มีส่วนประกอบเป็นโลหะที่อยู่บนหลังคาของอาคาร จะต้องต่อเชื่อมเข้ากับระบบป้องกันฟ้าผ่าด้วยตัวนำทองแดง ขนาดไม่น้อยกว่า 50 หรือ70 ตร.มม. (ตามประเภทความสูงของอาคาร)

2.2.5 การเปลี่ยนแนวทางเดินของสายนำกระแสฟ้าผ่าจะยินยอมให้มีการหักโค้งได้ไม่น้อยกว่า 90 องศา และรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่า 20 ซม.

2.2.6 ต้องต่อประสานหลักดินของระบบไฟฟ้า, ระบบสื่อสาร เข้ากับสายดินของระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า ในบ่อทดสอบสายดิน เชื่อมด้วยวิธี Exothermic Welding โดยใช้ BUS ทองแดง ขนาด กว้าง 10 ซม. ยาว 25 ซม. หนา 5มม. พร้อมเจาะรู ขนาด 10มม. เพื่อใช้ขันน็อตสเตนเลสเข้ากับสายดิน เพื่อใช้สำหรับปลดสายดินเมื่อต้องการวัดค่าความต้านทานดิน

2.2.7 ทุกสิ่งซึ่งเป็นโลหะบนชั้นหลังคาของอาคารเช่น เสาอากาศทีวี วิทยุ เสาป้าย ถังน้ำ ราวบันได ราวกันตก และอื่นๆ ต้องจัดทำสายตัวนำฝากโดยใช้สายทองแดงขนาด 16 ตร.มม. ต่อเชื่อมเข้ากับตัวนำล่อฟ้าบนหลังคา อนุญาติให้ยึดต่อด้วย Bolt&Nut ทั้งนี้ผู้รับจ้างต้องจัดทำอย่างครบถึงแม้จะไม่ได้แสดงไว้ในแบบ

2.3 หลักล่อฟ้า (Air Terminal)

2.3.1 หลักล่อฟ้าทำด้วยโลหะทองแดง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 19 มม. ยาวไม่น้อยกว่า 600 มม. มีปลายแหลม แบบ Blunt End จับยึดเข้ากับสายตัวนำล่อฟ้าด้วยสลักเกลียวหรือแคลมป์ประกับ

2.3.2 ตัวนำล่อฟ้าบนหลังคา ใช้สายตัวนำทองแดงแบบกลมหรือแถบทองแดงพื้นที่หน้าตัดขนาดไม่น้อยกว่า 50 หรือ70 ตร.มม. (ตามประเภทความสูงของอาคาร หรือตามที่ระบุในแบบ) ยึดด้วยแคลมป์ประกับทุกระยะไม่เกิน 100 ซม.

2.4 การเชื่อม (Welding)

2.4.1 การเชื่อมระหว่างสายดินกับสายดิน สายดินกับหลักดิน สายดินกับหลักล่อฟ้าให้ใช้วิธี Exothermic Welding เท่านั้น เว้นแต่ในกรณีที่จำเป็นให้ใช้วิธีต่อโดย Compressed Connection ตามความเห็นของผู้ควบคุมงาน

2.4.2 การเชื่อมระหว่างสายดินทองแดงกับเหล็กโครงสร้างให้เชื่อมด้วยวิธี Exothermic Welding เว้นแต่กรณีจำเป็นสามารถใช้วิธีเชื่อมกับทองเหลืองโดยใช้แก๊ส (Blazing) ตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

2.4.3 การเชื่อมระหว่างสายดิน ซึ่งใช้เหล็กเสริมของโครงสร้างอาคาร ให้เชื่อมโดยใช้เครื่องเชื่อมไฟฟ้า (Arc Welding)

3. การทดสอบ

3.1 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบความต้านทานการต่อลงดินของรากสายดินทุกชุด และต้องทำเครื่องหมายหรือรหัสแสดงหมายเลขแสดง ณ. ตำแหน่งของหลักดินและจุดทดสอบหลักดิน

3.2 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบความต่อเนื่องของตัวนำลงดินในระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า

3.3 การทดสอบต้องกระทำต่อหน้าวิศวกรควบคุมงาน หรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง พร้อมทำรายงานผลการทดสอบส่งมอบให้ผู้ว่าจ้าง

หมวดที่ 24 ระบบภาพห้องประชุม, ห้องเรียนและห้องฝึกอบรม

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้ง รวมถึงการทดสอบระบบภาพขอห้องประชุม และห้องอบรม ให้เป็นไปตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง

2. ข้อกำหนดทางเทคนิคและการติดตั้ง

2.1 เครื่องมัลติมีเดียโปรเจคเตอร์ พร้อมติดตั้ง (Projector 3,000 Lm. With Wireless Display)

2.1.1 เป็นเครื่องฉายภาพ โดยอาศัยสัญญาณจากเครื่องคอมพิวเตอร์ และ/หรือเครื่องเล่นวิดิโอ/ซีดี เป็นเครื่องฉายภาพแบบ LCD หรือ DLP หรือดีกว่า

2.1.2 ความสว่างสูงสุดในการฉายภาพ ไม่น้อยกว่า 3,000 ANSI Lumen

2.1.3 มีอัตราส่วนความคมชัด (Contrast Ratio) ไม่น้อยกว่า 10,000:1

2.1.4 ให้ความละเอียดในการฉายภาพ (Resolution) จากการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ไม่ต่ำกว่า 1024x768 Pixels ในระบบ XGA

2.1.5 มีอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องฉายภาพจากระยะไกล (Remote Control)

2.1.6 สามารถฉายภาพได้ตั้งแต่ขนาด 30-300 นิ้ว หรือดีกว่า

2.1.7 มี Wireless Display

2.1.8 สามารถรับสัญญาณ วีดีโอ ได้ทั้ง NTSC, PAL, SECAM, HDTV 480i, 480p, 576i, 576p, 720p, 1080i, 1080p, Component Video

2.1.9 มีระบบจัดภาพอัตโนมัติ (Auto Position) และมีระบบแก้ไขสัดส่วนของภาพสี่เหลี่ยมคางหมู (Keystone) ได้ทั้งแบบอัตโนมัติและปรับด้วยมือ หรือดีกว่า

2.1.10 เป็นเครื่องที่ผลิตจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์โดยตรง และไม่เป็นเครื่องที่จ้างผลิตหรือจ้างประกอบ (OEM) โดยมีเอกสารแสดงอย่างชัดเจน

2.1.11 อายุการใช้งานของหลอดภาพไม่น้อยกว่า 3,500 ชั่วโมง ในโหมดประหยัด (ECO Mode) และ 2,500 ชั่วโมง ในโหมดปกติ (Normal Mode) หรือดีกว่า

2.1.12 มีระบบเปิดเครื่องอัตโนมัติเมื่อมีการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้า และระบบตั้งเวลาปิดเครื่องอัตโนมัติเมื่อไม่มีสัญญาณภาพเข้า หรือดีกว่า

2.1.13 มีช่องสัญญาณ ดังนี้ หรือดีกว่า

2.1.13.1 ช่องรับสัญญาณภาพ RGB แบบ D-Sub 15 pin อย่างน้อย 2 ช่อง, HDMI อย่างน้อย 1 ช่อง Display Port อย่างน้อย 1 ช่อง, Compsite Video อย่างน้อย 1 ช่อง และ S-Video อย่างน้อย 1 ช่อง

2.1.13.2 ช่องส่งสัญญาณภาพแบบ RGB แบบ D-Sub 15 pin อย่างน้อย 1 ช่อง

2.1.13.3 ช่องรับสัญญาณเสียง Audio แบบ Stereo Mini Jack อย่างน้อย 2 ช่อง

2.1.13.4 ช่องส่งสัญญาณเสียง Audio แบบ Stereo Mini Jack อย่างน้อย 1 ช่อง

2.1.13.5 ช่องสัญญาณสื่อสารแบบ USB Type-A อย่างน้อย 1 ช่อง, USB Type-B อย่างน้อย 1 ช่อง

2.1.13.6 ช่องต่อสัญญาณควบคุมแบบ RS-232C อย่างน้อย 1 ช่อง และ LAN(RJ-45) อย่างน้อย 1 ช่อง

2.1.14 มีระบบขยายเสียงพร้อมลำโพงในตัวเครื่อง (Speaker) ขนาดไม่น้อยกว่า 10 วัตต์

2.1.15 มีอุปกรณ์จับยึด เพื่อใช้ในการติดตั้งกับฝ้าเพดาน ต้องมีลักษณะแข็งแรง สามารถรับน้ำหนักของเครื่องได้ไม่น้อยกว่ารุ่นที่เสนอ ผลิตจากโลหะแข็งแรงเคลือบสารป้องกันสนิม ขาปรับระดับขึ้นลงได้ตั้งแต่ 30-45 เซนติเมตร และสามารถปรับองศาได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอน

2.1.16 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมาใหม่มีอายุไม่เกิน 1 ปี และไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน และบรรจุในกล่องที่เรียบร้อย

2.1.17 สามารถเลือกการแสดงของเมนูได้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

2.1.18 มีคู่มือประกอบการใช้งานเป็นภาษาไทย

2.2 จอรับภาพชนิดควบคุมด้วยมอเตอร์ พร้อมติดตั้ง (Projector Screen 100”-120”)

2.2.1 ขนาดจอไม่น้อยกว่า 100 นิ้ว เมื่อวัดแนวทแยงมุมทั้งผืน

2.2.2 ควบคุมการขึ้น-ลงของจอรับภาพ และม้วนเก็บด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า

2.2.3 กล่องจอรับภาพทำด้วยวัสดุเหล็กอย่างดี

2.2.4 สามารถปรับความสูงของจอจากการเลื่อนขึ้น-ลง ได้ทุกตำแหน่ง และหยุดโดยอัตโนมัติ เมื่อเลื่อนขึ้นสุด-ลงสุด

2.2.5 เนื้อจอสีขาว เป็นชิ้นเดียวไม่มีรอยต่อ มีขอบจอสีดำและด้านหลังเคลือบสีดำ ทำจากวัสดุ Fiber ทนต่อการฉีกขาด ป้องกันเชื้อราและป้องกันการติดไฟและสามารถทำความสะอาดได้

2.2.6 สามารถใช้ได้กับไฟ 220 โวลท์ 50 เฮิร์ซ

2.2.7 สามารถติดตั้งจอได้ทั้งแบบแขวนเพดาน หรือยึดติดกับผนัง

2.3 โทรทัศน์ แอลอีดี (LED TV) พร้อมติดตั้ง (Digital TV LED 55” With Ceiling Mounted Support)

2.3.1 เป็นเครื่องรับโทรทัศน์สี แสดงผลโดยใช้เทคโนโลยี LED แบบ Slim หรือดีกว่า

2.3.2 มีขนาดจอแสดงผลไม่ต่ำกว่า 55 นิ้ว

2.3.3 ความละเอียดของจอแสดงผลไม่ต่ำกว่า 1920x1080 Pixels

2.3.4 มุมมองภาพทั้งแนวนอนและแนวตั้ง ไม่น้อยกว่า 178 องศา

2.3.5 มีลำโพงในตัว ขนาดไม่น้อยกว่า 10 วัตต์ (RMS) จำนวน 2 ชุด

2.3.6 สามารถรองรับการใช้งาน Wireless LAN ได้ในตัว

2.3.7 มีระบบ Smart TV สามารถรองรับการใช้งาน Web Browser, Application เป็นอย่างน้อย

2.3.8 มีระบบรองรับสัญญาณ Digital TV ในตัว

2.3.9 มีช่องรับสัญญาณทีวี RF Input, HDMI ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง, USB ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง, Composite Input ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง, LAN ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง, DVI ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

2.3.10 มีอุปกรณ์จับยึด เพื่อใช้ในการติดตั้งกับฝ้าเพดานหรือผนัง ต้องมีลักษณะแข็งแรง สามารถรับน้ำหนักของเครื่องได้ไม่น้อยกว่ารุ่นที่เสนอ ผลิตจากโลหะแข็งแรงเคลือบสารป้องกันสนิม ขาปรับระดับขึ้นลงได้ตั้งแต่ 30-45 เซนติเมตร และสามารถปรับองศาได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอน

2.4 อุปกรณ์สลับสัญญาณภาพและเสียงแบบเข้า 2 ออก 1 พร้อมติดตั้ง (HDMI Selector In 2 Out 1)

2.4.1 สามารถสลับภาพจากสัญญาณต้นทางแบบ HDMI อย่างน้อย 2 ชุด เพื่อส่งสัญญาณออกแบบ HDMI อย่างน้อย 1 ชุด พร้อมเสียง หรือดีกว่า

2.4.2 สามารถสลับสัญญาณภาพได้ด้วยอุปกรณ์ไร้สาย (Remote Control) และมีปุ่มสำหรับการสลับช่องสัญญาณที่เครื่อง โดยไม่ต้องกดวน หรือดีกว่า

2.4.3 รองรับความละเอียดระดับ HDTV 480i, 480p, 576i, 576p, 720p, 1080i, 1080p; VGA, SVGA, SXGA, UXGA(1600x1200) และ WXGA(1920x1200) หรือดีกว่า

2.4.4 รองรับ Frame Rate ได้ถึง 60 fps หรือดีกว่า

2.4.5 รองรับระบบเสียง Dolby True HD และ DTS HD Master หรือดีกว่า

2.4.6 รองรับสาย HDMI Type A 19 pin Female Connector

2.4.7 สามารถต่อสายได้ถึง 20 เมตร (24AWG HDMI CABLE) และ 15 เมตร (28AWG HDMI CABLE) หรือดีกว่า

2.4.8 มีช่องสำหรับต่อสายสัญญาณ RS-232 Control

2.4.9 สามารถติดตั้งและใช้งานได้ทันที โดยไม่ต้องลง Software

2.4.10 สามารถติดตั้งเข้ากับ Rack มาตรฐาน 19 นิ้ว ได้

2.4.11 วัสดุทำด้วยโลหะ หรือดีกว่า

2.4.12 แสดงสถานการณ์ทำงานด้วยไฟ LED หรือดีกว่า

2.5 อุปกรณ์กระจายสัญญาณภาพและเสียงแบบเข้า 1 ออก 3 พร้อมติดตั้ง (HDMI Splitter In 1 Out 3)

2.5.1 สามารถกระจายภาพจากสัญญาณต้นทางแบบ HDMI อย่างน้อย 1 ชุด เพื่อส่งสัญญาณออกแบบ HDMI อย่างน้อย 3 ชุด พร้อมเสียง หรือดีกว่า

2.5.2 รองรับความละเอียดระดับ HDTV 480i, 480p, 576i, 576p, 720p, 1080i, 1080p; VGA, SVGA, SXGA, UXGA(1600x1200) และ WXGA(1920x1200) หรือดีกว่า

2.5.3 รองรับ Frame Rate ได้ถึง 60 fps หรือดีกว่า

2.5.4 รองรับระบบเสียง Dolby True HD และ DTS HD Master หรือดีกว่า

2.5.5 รองรับสาย HDMI Type A 19 pin Female Connector

2.5.6 สามารถต่อสายได้ถึง 20 เมตร (24AWG HDMI CABLE) และ 15 เมตร (28AWG HDMI CABLE) หรือดีกว่า

2.5.7 มี สามารถติดตั้งและใช้งานได้ทันที โดยไม่ต้องลง Software

2.5.8 สามารถติดตั้งเข้ากับ Rack มาตรฐาน 19 นิ้ว ได้

2.5.9 วัสดุทำด้วยโลหะ หรือดีกว่า

2.5.10 แสดงสถานการณ์ทำงานด้วยไฟ LED หรือดีกว่า

3. การทดสอบ และการรับประกัน

3.1 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบระบบให้สามารถใช้งานได้ตรงตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง

3.2 การทดสอบต้องกระทำต่อหน้าวิศวกรควบคุมงาน หรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง พร้อมทำรายงานผลการทดสอบส่งมอบให้ผู้ว่าจ้าง

3.3 ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพ ของอุปกรณ์ทั้งระบบภายในระยะเวลาการรับประกันที่กำหนดไว้ในสัญญา นับจากวันที่ผู้ว่าจ้างได้ตรวจรับงาน ทั้งนี้ในระยะเวลาดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องส่งเจ้าหน้าที่ผู้เชี่ยวชาญเข้ามาแก้ไขระบบโดยทันทีที่มีการรับแจ้งปัญหา/ข้อบกพร่อง

หมวดที่ 25 ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิดดิจิตอล (IP/NVR)

1. ความต้องการทั่วไป

ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิดดิจิตอลจะติดตั้งในพื้นที่ของอาคาร Remote Aerodrome โดยประกอบด้วยกล้องโทรทัศน์วงจรปิด และระบบบันทึกภาพ ที่ได้รับมาตรฐาน UL,CE ซึ่งเป็นระบบโทรทัศน์วงจรปิดแบบเครือข่ายที่มีคุณสมบัติใช้งานได้อย่างเหมาะสม ทั้งภายในและภายนอกอาคาร และใช้งานได้ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง

2. ขอบเขตของงานของผู้รับจ้างและผู้ว่าจ้าง

เนื่องจากงานส่วนนี้จะแบ่งเป็นส่วนงานที่ผู้รับจ้างจัดเตรียมตามสัญญาของโครงการ และส่วนงานที่ผู้ว่าจ้างจะจัดหามาติดตั้งในภายหลัง โดยมีขอบเขตงานแต่ละส่วนดังนี้

- **<u>ส่วนงานที่ผู้รับจ้างจัดเตรียม</u>** : งานเดินสายร้อยท่อเพื่อรองรับอุปกรณ์ CCTV ทุกจุดที่ผู้ว่าจ้างจัดหาภายหลัง ประกอบด้วย
  - สาย Fiber Optic Single Mode เดินสายร้อยท่อ เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ทุกจุด ตามที่ระบุในแบบ
  - สาย UTP CAT6 เดินสายร้อยท่อ เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ทุกจุด ตามที่ระบุในแบบ
  - สาย Coaxial Traveling Cable เดินสายร้อยท่อ เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ทุกจุด ตามที่ระบุในแบบ
- **<u>ส่วนงานที่ผู้ว่าจ้างจัดหาภายหลัง</u>** : อุปกรณ์ระบบ CCTV ในพื้นที่อาคารทั้งหมดที่ระบุตำแหน่งไว้ในรูปแบบ (IP Camera ชนิด Fix Dome ชนิด Fix Box และอุปกรณ์ประกอบกล้อง) และอุปกรณ์ที่เกี่ยวเนื่องกับการควบคุมกล้องวงจรปิด (อาทิ เครื่อง Computer Server / เครื่อง Computer Workstation / Software บันทึกสัญญาณภาพ / Software CCTV Analytic / จอ LED Monitor / จอ LED TV / อุปกรณ์ Switching ทุกประเภทของระบบ CCTV / อุปกรณ์ UPS ของระบบ CCTV / ตู้ Rack 19" ของระบบ CCTV / ตู้ Node Center)

3. การทำงานของระบบ

การเดินสายร้อยท่อที่ผู้รับจ้างจัดเตรียม มีวัตถุประสงค์เพื่อรองรับอุปกรณ์ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ที่มีคุณสมบัติการทำงานของระบบ ดังนี้

3.1 ระบบโทรทัศน์วงจรปิดเป็นชนิดบันทึกภาพแบบดิจิตอล ใช้ Storage Server โดยมี Hard Disk Drive เป็นอุปกรณ์บันทึกภาพ ผู้ใช้งานระบบโทรทัศน์วงจรปิดจะมี Operator Workstation (PC) และ LED Monitor เป็นอุปกรณ์ควบคุม/จัดการระบบการบันทึกและแสดงภาพ

3.2 ระบบสายสัญญาณจากกล้อง (หรือมีอุปกรณ์บีบอัดสัญญาณ) มายัง Camera Server และ Operator Workstation ใช้เครือข่ายสัญญาณแบบ TCP/IP

4. ข้อกำหนดทางเทคนิค

4.1 สายสัญญาณ UTP CAT6

4.1.1 เป็นสายทองแดงขนาดไม่ต่ำกว่า 23 AWG ตีเกลียวคู่ จำนวน 4 คู่ ,เปลือกหุ้มสายต้องเป็นชนิดไม่ลามไฟฉนวนหุ้มทองแดงทำด้วย Polyethylene(PE) และเปลือกหุ้มทำด้วย Flame Retardant Poly Vinyl Chloride (PVC)

4.1.2 ออกแบบ ผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน TIA/EIA-568-C.2 Category 6 หรือ IEC11801 โดยสถาบันนานาชาติที่น่าเชื่อถือ

4.1.3 สามารถรองรับการใช้งาน Gigabit Ethernet (1000 Base T), Fast Ethernet (100 Base T, 10 Base T, IEEE802.3u), 10Gbps Limit Distance, 155 Mbps 622Mbps 1.2Gbps ATM, ISDN, Video and Voice, PoE

4.1.4 มี Filler Divider อยู่ตรงกลางเพื่อจัดระเบียบสาย

4.1.5 มีคุณสมบัติทางเทคนิคขั้นต่ำดังนี้

4.22.5.1 Impedance 100+- 15 Ohms at 600 MHz

4.22.5.2 Attenuation Loss ไม่เกิน 32.8 dB/100m. at 250 MHz และ 54.8 db/100m at 600 MHz

4.22.5.3 Operating Temp -10^{O}C ถึง 60^{O}C

4.2 สายใยแก้วนำแสงชนิดใช้ภายนอกอาคาร แบบมี Armor

4.2.1 ได้รับการออกแบบและทดสอบตามมาตรฐาน Bellcore GR-409-Core, TIA/EIA 568B, IEEE802.3, IEC60793,IEC60794

4.2.2 มี Armor เป็นแบบ Corrugated Chrome Steel Plate ความหนาไม่น้อยกว่า 0.25 มม. เพื่อป้องกันการกระแทกและกัดแทะของสัตว์

4.2.3 มี Rip Cord ช่วยในการปลอกสาย และ Water Block Tape หนา 0.3 มม. เพื่อป้องกันความชื้น

4.2.4 มี E-Glass Yarns ช่วยรับแรงดึง และเพิ่มความยืดหยุ่น

4.2.5 เป็นชนิด Multi-core โดยมีจำนวนเส้นใยแก้ว 4,6,8 หรือ 12 Core ตามที่กำหนดในแบบ

4.2.6 สายใยแก้วเป็นชนิด Silica Fiber, เปลือกนอกของสายเป็นวัสดุไม่ลามไฟ

4.2.7 ชนิด Multimode 50/125 micro M. มีคุณสมบัติทางเทคนิคขั้นต่ำดังนี้

- Max Attenuator 2.7 dB/Km at 850 nm. Wave length
- Max Attenuator 0.8 dB/Km at 1300 nm. Wave length
- Min Bandwidth 500 MHz.Km at 850 nm. Wave length
- Min Bandwidth 500 MHz.Km at 1300 nm. Wave length

4.2.8 ชนิด Multimode 62.5/150 micro M. มีคุณสมบัติทางเทคนิคขั้นต่ำดังนี้

- Max Attenuator 3.0 dB/Km at 850 nm. Wave length
- Max Attenuator 0.7 dB/Km at 1300 nm. Wave length
- Min Bandwidth 200MHz.Km at 850 nm. Wave length
- Min Bandwidth 600 MHz.Km at 1300 nm. Wave length

4.2.9 ชนิด Singlemode 9/125 micro M. มีคุณสมบัติทางเทคนิคขั้นต่ำดังนี้

- Max Attenuator 0.36 dB/Km at 1310 nm. Wave length
- Max Attenuator 0.25 dB/Km at 1550 nm. Wave length

4.3 สาย COAXIAL TRAVELING CABLE สำหรับลิฟต์

4.3.1 ได้รับการออกแบบและผลิตตามมาตรฐาน TIA 568-C.4

4.3.2 คุณสมบัติทางเทคนิคขั้นต่ำ

- Impedance	75 Ohm.
- Inner Conductor	0.2 mm. x 16 STRANDED CU
- Dielectric	Polyethylene
- O.D. Diameter	6.2 mm
- Jacket	Single Sheath PVC
- Shield	95% BC
- Attenuation	not more than 5.6 dB/100m at 50MHz
	not more than 22.6 dB/100m at 700MHz

5. การติดตั้ง

5.1 สายสัญญาณสื่อสารข้อมูล ให้ใช้สายชนิด Fiber Optic, Unshielded Twisted Pair (UTP), Coaxial หรือตามที่เจ้าของผลิตภัณฑ์แนะนำ และให้การรับรอง

5.2 สายวงจรไฟฟ้าสำหรับกล้อง และอุปกรณ์เสริมต่างๆ ใช้สายชนิด IEC01

5.3 สายไฟฟ้าทุกชนิดต้องร้อยสายในท่อโลหะ (หรือถ้าในแบบระบุเป็นอย่างอื่น) และต้องเดินซ่อนในฝ้าเพดาน, ผนัง และต้องมีกล่องลากสาย หรือจุดต่อสาย ในตำแหน่งซึ่งซ่อมบำรุงรักษาได้สะดวก

5.4 สายสัญญาณชนิดที่เป็นสายอ่อน (ฝอย) ปลายสายต้องเคลือบผิวด้วยตะกั่วบัดกรี เพื่อป้องกันสายหลุด / แตก

5.5 สายไฟฟ้าและสายสัญญาณทุกเส้นต้องมี Wire mark ติดที่ต้นทางและปลายทางของสาย และต้องแสดงอย่างชัดเจนใน Shop Drawing และ As-Built Drawing

5.6 การติดตั้งท่อร้อยสายและสาย ให้ยึดถือตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของ วสท. และตามที่มีแสดงไว้ในขอบเขตข้อกำหนดของระบบไฟฟ้า

6. การทดสอบ

6.1 ผู้รับจ้างต้องต้องทดสอบสายสัญญาณ/สายไฟฟ้าทุกชนิดที่ติดตั้งแล้วเสร็จ โดยทดสอบความถูกต้อง/สมบูรณ์ของสาย และสามารถทดสอบได้ว่าสายดังกล่าวสามารถรองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ระบบแสดงผลผู้ดูงานที่ผู้ว่าจ้างนำมาติดตั้งภายหลังได้ และทำรายงานผลเสนอต่อผู้ว่าจ้าง

6.2 ผู้รับจ้างต้องทำการส่งมอบแบบแสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์และแนวสายสัญญาณที่ติดตั้งจริง โดยเป็นส่วนหนึ่งของ As-Built Drawings ที่จะส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างจำนวน 3 ชุด

7. การรับประกัน

ผู้รับจ้างต้องรับประกันอุปกรณ์ส่วนที่มีการติดตั้งตามระยะเวลาการรับประกันของสัญญา และต้องจัดส่งเจ้าหน้าที่เข้ามาแก้ไขระบบโดยทันทีที่มีการรับแจ้งปัญหา/ข้อบกพร่อง

หมวดที่ 26 ระบบควบคุมประตูเข้า-ออก (Access Control System)

1. ความต้องการทั่วไป

ระบบควบคุมประตูเข้า-ออก (Access Control System) จะติดตั้งในพื้นที่ของอาคาร Remote Aerodrome โดยประกอบด้วย อุปกรณ์ควบคุมการเข้า-ออกในอาคาร และระบบประมวลผล ที่ได้รับมาตรฐาน UL,CE ซึ่งเป็นระบบที่ใช้งานได้ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง

2. ขอบเขตงานของผู้รับจ้างและผู้ว่าจ้าง

เนื่องจากงานส่วนนี้จะแบ่งเป็นส่วนงานที่ผู้รับจ้างจัดเตรียมตามสัญญาของโครงการ และส่วนงานที่ผู้ว่าจ้างจะจัดหามาติดตั้งในภายหลัง โดยมีขอบเขตงานแต่ละส่วนดังนี้

- **<u>ส่วนงานที่ผู้รับจ้างจัดเตรียม</u>** : งานเดินสายร้อยท่อเพื่อรองรับอุปกรณ์ระบบ Access Control ทุกจุดที่ผู้ว่าจ้างจัดหาภายหลัง ประกอบด้วย
  - สาย IEC01 เดินสายร้อยท่อ เชื่อมต่อระหว่างแหล่งจ่ายไฟ - อุปกรณ์ Interface Box ทุกจุด
  - สาย UTP CAT6 เดินสายร้อยท่อ เชื่อมต่อระหว่างตู้ DR-1 - อุปกรณ์ Interface Box ทุกจุด
  - สาย Multicore เดินสายร้อยท่อ เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ Interface Box แต่ละจุด
- **<u>ส่วนงานที่ผู้ว่าจ้างจัดหาภายหลัง</u>** : อุปกรณ์ระบบ Access Control ในพื้นที่อาคารทั้งหมดที่ระบุตำแหน่งไว้ในรูปแบบ (ได้แก่ อุปกรณ์ EM Lock / Power Supply with Battery / Interface Box / ตู้ Node Center / Emergency Break Glass / Wiegand Reader / เครื่องควบคุมระบบ Access Control / อุปกรณ์ Switching ใน DR-1 / สายสัญญาณต่างๆ ที่เดินเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ย่อยของ Access Control แต่ละชุด เช่น สาย TIEV, UTP, IEC01 ซึ่งอยู่นอกเหนือจากที่ผู้รับจ้างจัดเตรียม)

3. คุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ในระบบควบคุมการเข้า-ออกพื้นที่ปฏิบัติงาน

3.1 สายสัญญาณ UTP CAT6

3.1.1 เป็นสายทองแดงขนาดไม่ต่ำกว่า 23 AWG ตีเกลียวคู่ จำนวน 4 คู่ ,เปลือกหุ้มสายต้องเป็นชนิดไม่ลามไฟฉนวนหุ้มทองแดงทำด้วย Polyethylene(PE) และเปลือกหุ้มทำด้วย Flame Retardant Poly Vinyl Chloride (PVC)

3.1.2 ออกแบบ ผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน TIA/EIA-568-C.2 Category 6 หรือ IEC11801 โดยสถาบันนานาชาติที่น่าเชื่อถือ

3.1.3 สามารถรองรับการใช้งาน Gigabit Ethernet (1000 Base T), Fast Ethernet (100 Base T, 10 Base T, IEEE802.3u), 10Gbps Limit Distance, 155 Mbps 622Mbps 1.2Gbps ATM, ISDN, Video and Voice, PoE

3.1.4 มี Filler Divider อยู่ตรงกลางเพื่อจัดระเบียบสาย

3.1.5 มีคุณสมบัติทางเทคนิคขั้นต่ำดังนี้

3.1.5.1 Impedance 100+- 15 Ohms at 600 MHz

3.1.5.2 Attenuation Loss ไม่เกิน 32.8 dB/100m. at 250 MHz และ 54.8 db/100m at 600 MHz

3.1.5.3 Operating Temp -10^{O}C ถึง 60^{O}C

3.2 สาย Multicore Control Cable

3.2.1 เป็นสายตัวนำทองแดง (Stranded CU) ขนาดไม่เล็กกว่า 22 AWG ตีเกลียว จำนวน 4 Core หุ้มฉนวนพีวีซี, มีสายทองแดงเคลือบดีบุก-ถัก หุ้มโดยตลอดความยาวสาย และหุ้มเปลือกนอกด้วยฉนวนพีวีซี Frame Retardant ผลิตตามมาตรฐาน IEC 332-1

3.2.2 มีคุณสมบัติทางเทคนิคขั้นต่ำ ดังนี้

- Uo/U 300/500 V
- Insulation Resistance 2000 V (min)

4. การติดตั้ง

4.1 สายไฟฟ้าทุกชนิดต้องร้อยสายในท่อโลหะ (หรือถ้าในแบบระบุเป็นอย่างอื่น) และต้องเดินซ่อนในผนัง, วงกบ หรือเสา และต้องมีกล่องลากสาย หรือจุดต่อสาย ในตำแหน่งซึ่งซ่อมบำรุงรักษาได้สะดวก

4.2 สายสัญญาณชนิดที่เป็นสายอ่อน (ฝอย) ปลายสายต้องเคลือบผิวด้วยตะกั่วบัดกรี เพื่อป้องกันสายหลุด/แตก

4.3 สายไฟฟ้าและสายสัญญาณทุกเส้นต้องมี Wire mark ติดที่ต้นทางและปลายทางของสาย และต้องแสดงอย่างชัดเจนใน Shop Drawing และ As-Built Drawing

4.4 การติดตั้งท่อร้อยสาย และสาย ให้ยึดถือตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของ วสท. และตามที่มีแสดงไว้ในขอบเขตข้อกำหนดของระบบไฟฟ้า

5. การทดสอบ

5.1 ผู้รับจ้างต้องต้องทดสอบสายสัญญาณ/สายไฟฟ้าทุกชนิดที่ติดตั้งแล้วเสร็จ โดยทดสอบความถูกต้อง/สมบูรณ์ของสาย และสามารถทดสอบได้ว่าสายดังกล่าวสามารถรองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ระบบแสดงผลผู้ดูงานที่ผู้ว่าจ้างนำมาติดตั้งภายหลังได้ และทำรายงานผลเสนอต่อผู้ว่าจ้าง

5.2 ผู้รับจ้างต้องทำการส่งมอบแบบแสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์และแนวสายสัญญาณที่ติดตั้งจริง โดยเป็นส่วนหนึ่งของ As-Built Drawings ที่จะส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างจำนวน 3 ชุด

6. การรับประกัน

ผู้รับจ้างต้องรับประกันอุปกรณ์ส่วนที่มีการติดตั้งตามระยะเวลาการรับประกันของสัญญา และต้องจัดส่งเจ้าหน้าที่เข้ามาแก้ไขระบบโดยทันทีที่มีการรับแจ้งปัญหา/ข้อบกพร่อง

หมวดที่ 27 รายชื่อผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง

รายชื่อผลิตภัณฑ์ที่แสดงนี้ คือรายชื่อผลิตภัณฑ์ที่มีการยอมรับให้ใช้งานได้ ทั้งนี้จะต้องมีคุณสมบัติถูกต้องตามข้อกำหนดตามแบบและรายการประกอบแบบ และต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐาน มอก. หากวัสดุอุปกรณ์นั้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีมาตรฐาน มอก.รับรอง สามารถใช้ผลิตภัณฑ์ตามรายชื่อที่กำหนดได้ ดังรายชื่อผลิตภัณฑ์ท้ายนี้

1. HIGH VOLTAGE & SUB STATION

1.1 H V SWITCHGEAR SF-6 Ring Main Unit	:	ABB, SCHNIEDER, SIEMENS, GE
1.2 H V AIR FUSE LOAD BREAK SWITCH	:	GE, ALSTOM, AEG
1.3 H V METAL ENCLOSED SWITCHGEAR	:	ABB, SCHINEDER, SIEMENS
1.4 OIL IMMERSE TYPE TRANSFORMER	:	EKARAT, QTC, CHAROENCHAI
1.5 DRY TYPE CAST-RESIN TRANSFORMER	:	ABB, SCHINEDER, TMC, BEST

2. EMERGENCY BACKUP

2.1 GENERATOR SET MANUFACTURERS	:	CATERPILLAR, HIMOINSA, DKSH CUMMIN
2.2 AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (HIGH SPEED)	:	GE, ASCO, KORPS, SOCOMEC
2.3 AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (CB TYPE)	:	SCHNEIDER, ABB, SIEMENS
2.4 UNINTERRUP POWER SUPPLY (UPS)	:	APC, SOCOMEC, EMERSON, RIELLO
2.5 BATTERY FOR UPS	:	EXIDE, FIAMM, C&D

3. DISTRIBUTION PANEL

3.1 MAIN DISTRIBUTION PANEL (FULLY TYPE TEST)	:	BLOCKSET, SIVACON, ABB
3.2 MAIN & SUB DISTRIBUTION PANEL (LOCAL, TIS)	:	PMK, ESI, ASEFA, USMD, TIC
3.3 LOW VOLTAGE CIRCUIT BREAKER	:	ABB, SCHNEIDER, SIEMENS, EATON
3.4 AUTOMATIC VAR REGULATOR	:	SCHNEIDER, FRANKE, SECOVAR
3.5 POWER CAPACITOR	:	SCHNEIDER, FRANKE, CIRCUTOR
3.6 SURGE PROTECTOR	:	MCG, PHOENIIX, SCHNEIDER, CIRPROTEC
3.7 DIGITAL METER	:	SCHINEIDER, JANIZTA, CROMPTON, E-POWER, CIRCUTOR
3.8 ANALOGUE METER	:	SCHINEIDER, SACI, CELSA, CROMPTON, E-POWER, CIRCUTOR
3.9 MAGNETIC CONTACTOR	:	SCHNEIDER, GE, ABB, MOELLER
3.10 CURRENT & POTENTIAL TRANSFORMER	:	SIEMENS, AEG, ABB, CROMPTON, SACI, CELSA
3.11 ANALOQUE KILLOWATT HOUR METER	:	MITSUBISHI OR EQUAL

3.12 CONTROL & RELAY EQUIPMENT	:	SCHNEINER, ABB, CIRCUTOR, SACI, CELSA CROMPTON

4. LOAD CENTER & DISCONNECTOR

4.1 LOAD CENTER PANEL	:	SCHNEIDER, ABB, EATON
4.2 SAFETY SWITCH (NEMA)	:	SCHNEIDER, WESTINGHOUSE, GE
4.3 DISCONNECTING SWITCH (IEC)	:	EATON, BLUE LINE, TELEGON

5. LIGHTING FIXTURE

5.1 GENERAL LUMINAIRE HOUSING	:	X-TRA BRITE, PHILIPS, SYLVANIA, L&E
5.2 OUTDOOR LUMINAIRE HOUSING	:	PHILIPS, SYLVANIA, WE-EF, LIGMAN, L&E
5.3 LUMINAIRE ELECTRONIC BALLAST	:	PHILIPS, OSRAM, ECONOWATED
5.4 LUMINAIRE GENERAL BALLAST	:	PHILLIPS, SYLVANIA, OSRAM
5.5 LUMINAIRE STARTER	:	PHILIPS, OSRAM, TOSHIBA, SYLVANIA
5.6 LUMINAIRE CAPACITOR	:	BOSCH, PHILIPS, PED, RFT, PRELYO
5.7 LUMINAIRE LAMP	:	PHILIPS, OSRAM, SYLVANIA, L&E
5.8 LAMP BASE	:	VOSSLOW, BJB Or Equal (UL,VDE Approved)
5.9 BATTERY OPERATED EMER. LIGHT	:	CEE/MAX BRITE, SAFEGUARD, SUNNY, DELIGHT
5.10 BATTERY OPERATED EXIT LIGHT	:	CEE/MAX BRITE, SAFEGUARD, SUNNY, DELIGHT

6. CABLE & RACEWAY

6.1 ELECTRICAL STEEL CONDUIT	:	PANASONIC, ARROW PIPE, DAIWA, UI
6.2 ELECTRICAL STEEL CONDUIT FITTING	:	STEEL CITY, SCI, FT
6.3 ELECTRICAL PVC CONDUIT	:	ELEPHAN OR EQUAL
6.4 ELECTRICAL UPVC CONDUIT	:	CLIPSAL, F&G,
6.5 HDPE CONDUIT & FITTING	:	TAP, TGG, BTC
6.6 WIREWAY & CABLE TRAY	:	USMD, SCI, TIC, UI
6.7 HIGH & LOW VOLTAGE CABLE	:	THAI YAZAKI, PHELPS DODGE, DRAKA
6.8 FIRE RESISTANCE CABLE	:	PRYSMIAN, ALCATEL, STUDER
6.9 COAXIAL CABLE	:	BELDEN, COMPSCOPE, PHILIPS
6.10 TWISTED PAIR SHIELD & UNSHIELD CABLE	:	BELDEN, DRAKA, ALCATEL, STUDER
6.11 BUSWAY OR BUSDUCT	:	SCHNEIDER, POWERDUCT, POWERBAR, EAE

7. SWITCH & OUTLET

7.1 ELECTRICAL SWITCH & OUTLET	:	PANASONIC, HACO, CLIPSAL, SIEMEMS
7.2 LIGHTING MULTIPLEX REMOTE CONTROL	:	PANASONIC, CLIPSAL, HAGER, BERKER

8. TELEPHONE SYSTEM

8.1 TELEPHONE TERMINAL	:	KRONE, LINK, CLIPSAL OR EQUAL
8.2 TELEPHONE CABLE	:	THAI YAZAKI, PHELPS DODGE, BANGKOK
8.3 TELEPHONE OUTLET	:	PANASONIC, TICINO, CLIPSAL, SIEMENS

9. COMPUTER & NETWORK CABLE

9.1 COMPUTER OUTLET	:	AMP, LINK, CLIPSAL
9.2 COMPUTER NETWORK CABLE (UTP, STP, FO)	:	AMP, LINK, CLIPSAL
9.3 UTP & FIBER OPTIC PATCH PANEL	:	AMP, LINK, CLIPSAL
9.4 SWITCH	:	CISCO, HP, 3COM
9.5 WIRLESS ACCESS POINT	:	CISCO, ARUBA

10. MASTER ANTENNA TELEVISION (MATV)

10.1 MATV SPLITTER & TAP-OFF	:	HIRSCMANN, FRACARRO, FUBA, WISI OR EQUAL
10.2 MATV AMPLIFIER	:	HIRSCMANN, FRACARRO, FUBA, WISI OR EQUAL
10.3 SATTLELITE RECEIVER	:	PSI, INFOSAT, TRUE VISION
10.4 SATTELITE DISH	:	PSI, INFOSAT, TRUE VISION

11. FIRE ALARM SYSTEM

11.1 FIRE ALARM CONTROL PANEL & DETECTORS	:	NOTIFIER BY HONEYWELL, JOHNSON CONTROL, EDWARDS
11.2 PC WORK STATION	:	ACER, DELL, HP
11.3 LCD MONITOR	:	PHILLIPS, LG, SUMSUNG, SONY
11.4 PRINTER	:	EPSON, HP, CANON

12. FIRE BARRIER	:	3M, HILLTI, TREMCO, STI
13. PAGING & BACKGROUND MUSIC SYSTEM	:	TOA, BOSCH, AMPERES, INKEL

14. VISUAL SYSTEM FOR MEETING & TRAINING ROOM

14.1	PROJECTOR	:	EPSON, BENQ, NEC, SONY
14.2	PROJECTOR SCREEN	:	VERTEX, GYGAR, SCREENBOY, RAZR
14.3	DIGITAL LED TV	:	SAMSUNG, PANASONIC, SONY
14.4	HDMI SPLITTER	:	ATEN, CRESTRON, EXTRON
14.5	HDMI SELECTOR	:	ATEN, CRESTRON, EXTRON