



โครงการปรับปรุงและขยายพื้นที่หอ PICU
มหิตลลาฯ ชั้น 4
และพัฒนาผู้ป่วยวิกฤติหัวใจเด็ก CCU

ชั้นที่ 4 พื้นที่ PICU และ CCU

PICU&CCU

สารบัญ

หมวด		หน้า
หมวด 01	ข้อกำหนดทั่วไป	GENERAL REQUIREMENTS
	ขอบเขตของงานทั่วไป	Summary of Work 1
	ระบบความปลอดภัย	Security Procedures 5
	มาตรฐานอ้างอิง	Reference Standards 11
	การควบคุมคุณภาพ	Quality Control 13
	สิ่งอำนวยความสะดวกชั่วคราว	Temporary Facilities and Controls 21
	วัสดุและอุปกรณ์	Product Requirements 25
	การส่งมอบงาน	Closeout Procedures 28
หมวด 02	เงื่อนไขสภาพพื้นที่เดิม	EXISTING CONDITIONS
	การสำรวจรังวัด	Surveys 31
	การรื้อถอน	Demolition 33
หมวด 03	งานก่อและวัสดุก่อ	MASONRY
	งานก่อฉาบ	Masonry Mortaring 34
	งานผนังคอนกรีตมวลเบา	Autoclaved Aerated Concrete Masonry 36
หมวด 04	งานโลหะ	METALS
	งานโลหะ	Metals Fabrications 41
หมวด 05	งานไม้และพลาสติก	WOOD , PLASTICS AND COMPOSITE
	งานไม้สำหรับงานสถาปัตยกรรม	Architectural Woodwork 45
	งานหินสังเคราะห์	Simulated Stone Fabrication 49
	งานไฟเบอร์ซีเมนต์บอร์ด	Fiber Cement Board 52
หมวด 06	งานป้องกันความร้อนและความชื้น	THERMAL AND MOISTURE PROTECTION
	งานป้องกันความร้อนและการกันซึม	Dampproofing and Waterproofing 55
	งานฉนวนกันความร้อนแบบแผ่น	Board Insulation 57
	งานหลังคาเหล็กยึดลอน	Sheet Metal Roofing 59
	วัสดุอุดยาแนว	Joint Sealant 61
หมวด 07	งานประตูหน้าต่างและกระจก	OPENINGS
	งานประตูและวงกบอลูมิเนียม	Aluminium Doors and Frames 64
	งานหน้าต่างอลูมิเนียม	Aluminium Windows 64

สารบัญ

หมวด			หน้า
หมวด 07	งานประตูหน้าต่างและกระจก	OPENINGS	
	งานประตูและวงกบไม้	Wood Doors and Frames	68
	งานหน้าต่างไม้	Wood Windows	68
	งานประตูพีวีซี	Plastic Doors	70
	อุปกรณ์ประตู	Door Hardware	71
	อุปกรณ์หน้าต่าง	Window Hardware	71
	กระจก	Glazing	75
หมวด 08	งานตกแต่ง	FINISHES	
	งานยิปซัมบอร์ด	Gypsum Board	78
	งานกระเบื้องเซรามิค	Ceramic Tiling	82
	งานกระเบื้องยาง	Vinyl Tiling	84
	งานกระเบื้องพอร์ซเลน	Porcelain Tiling	86
	งานทาสีและเคลือบผิว	Painting and Coating	88
	งานสีกันไฟ	Fire-Retardant Coatings	93
หมวด 09	งานส่วนประกอบสำเร็จรูป	SPECIALTIES	
	งานผนังสำเร็จรูปกันห้องน้ำห้องส้วม	Toilet Compartments	95
	งานสุขภัณฑ์	Sanitary Facilities	98
	อุปกรณ์ประกอบห้องน้ำ-ห้องส้วม	Bath & Toilet Accessories	98
หมวด 10	งานตกแต่งภายใน	INTERIOR DECORATION	
	งานเฟอร์นิเจอร์	Furniture & Accessories	100
	งานม่าน	Drapery	105
หมวด 11	งานคอนกรีตและงานโครงสร้าง	CONCRETE & STRUCTURE	
	งานคอนกรีต	Concrete	107
	งานแบบหล่อคอนกรีต	Concrete Forming	111
	งานเหล็กเสริมคอนกรีต	Reinforce Steel	112
	มาตรฐานคอนกรีตอัดแรง		115
	มาตรฐานงานเหล็กรูปพรรณ		120
	งานพื้นสำเร็จรูป	Precast Concrete Slab	127

สารบัญ

หมวด		หน้า
หมวด 12	งานอุปกรณ์ทางการแพทย์	
	ส่วนที่ 1 งานอุปกรณ์ทางการแพทย์ พื้นที่ PICU	128
	ส่วนที่ 2 งานอุปกรณ์ทางการแพทย์ พื้นที่ CCU	131
	ส่วนที่ 3 งานเครื่องฟอกอากาศกำจัดเชื้อจุลินทรีย์แบบเหนี่ยวนำอิเล็กตรอน	133
	งานพ่นกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ ด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	136
หมวด 13	ตารางรายการวัสดุและอุปกรณ์ประกอบ	
	ตารางรายการวัสดุและอุปกรณ์ประกอบ	138
หมวด 14	งานวิศวกรรมระบบไฟฟ้าและสื่อสาร ELECTRICAL	
	ส่วนที่ 1 ข้อกำหนดและความต้องการทางด้านเทคนิค	143
	ส่วนที่ 2 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ	145
	ส่วนที่ 3 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไปและอุปกรณ์	150
	ส่วนที่ 4 สายไฟฟ้าแรงต่ำ (Low Voltage Cable)	152
	ส่วนที่ 5 สายไฟฟ้านิทนไฟ (Fire Resistance Cable)	153
	ส่วนที่ 6 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (Raceway)	155
	ส่วนที่ 7 โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ (Lighting Fixture)	157
	ส่วนที่ 8 สวิตช์และเต้ารับ (Switches and Outlets)	161
	ส่วนที่ 9 ระบบเสาอากาศวิทยุ-โทรทัศน์รวม	163
	ส่วนที่ 10 ระบบเสียง	168
	ส่วนที่ 11 ระบบโทรศัพท์	170
	ส่วนที่ 12 ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (Closed Circuit Television System, CCTV)	176
	ส่วนที่ 13 การอุดช่องเดินท่อ ช่องเจาะ ด้วยวัสดุป้องกันไฟ-ควันลาม	179
	ส่วนที่ 14 การทำสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี	180
	ส่วนที่ 15 Surge Protective Device (SPD)	182
	ส่วนที่ 16 เครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้า (Circuit Measuring Device)	184
	ส่วนที่ 17 ระบบควบคุมประตูเข้า-ออก (Access Control System)	185
	ส่วนที่ 18 เครื่องสำรองไฟฟ้าฉุกเฉิน (Uninterruptible Power Supply : UPS)	186
	ส่วนที่ 19 ระบบสายสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์ (Data Cabling System)	192
	ส่วนที่ 20 ระบบเรียกพยาบาล (Nurse Call System)	195
	ส่วนที่ 21 ระบบไฟฟ้าแบบแยกส่วน (Isolation Power System)	196
	ส่วนที่ 22 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้และเหตุฉุกเฉิน	198
	ส่วนที่ 23 ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน (Approved Materials and Manufacturers)	203

หมวด	หน้า
หมวด 15	งานวิศวกรรมระบบปรับอากาศและระบายอากาศ
ส่วนที่ 1	ข้อกำหนดและความต้องการทางด้านเทคนิค 214
ส่วนที่ 2	เครื่องปรับอากาศแบบ VRF 215
ส่วนที่ 3	พัดลมระบายอากาศ 218
ส่วนที่ 4	ระบบกรองอากาศ 220
ส่วนที่ 5	ระบบส่งลมและอุปกรณ์ 222
ส่วนที่ 6	หน้ากากลม 231
ส่วนที่ 7	อุปกรณ์ดูดซับเสียง 232
ส่วนที่ 8	อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์กระแสสลับ 234
ส่วนที่ 9	ระบบไฟฟ้า 235
ส่วนที่ 10	การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี 239
ส่วนที่ 11	การอุดช่องเดินท่อ ช่องเจาะ ด้วยวัสดุป้องกันไฟและควันลาม 242
ส่วนที่ 12	การทดสอบทำความสะอาดและการปรับแต่ง 243
ส่วนที่ 13	ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน 246
หมวด 16	งานวิศวกรรมระบบสุขาภิบาลและดับเพลิง
ส่วนที่ 1	ข้อกำหนดและความต้องการทางด้านเทคนิค 253
ส่วนที่ 2	วาล์วระบบสุขาภิบาล 255
ส่วนที่ 3	วัสดุท่อน้ำและข้อต่อต่าง ๆ 257
ส่วนที่ 4	อุปกรณ์ประกบท่อน้ำระบบสุขาภิบาล 258
ส่วนที่ 5	ข้อกำหนดเกี่ยวกับการติดตั้ง 261
ส่วนที่ 6	การอุดช่องเดินท่อ ช่องเจาะ ด้วยวัสดุป้องกันไฟและควันลาม 272
ส่วนที่ 7	การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี 273
ส่วนที่ 8	ข้อกำหนดภายหลังการติดตั้ง 276
ส่วนที่ 9	ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน 279
หมวด 17	งานระบบแก๊สทางการแพทย์
ส่วนที่ 1	ข้อกำหนดและความต้องการทางด้านเทคนิค 300
ส่วนที่ 2	อุปกรณ์ระบบแก๊สทางการแพทย์ 301
ส่วนที่ 3	ระบบท่อ 302
ส่วนที่ 4	วาล์วและอุปกรณ์ประกอบระบบแก๊สทางการแพทย์ 303
ส่วนที่ 5	ข้อกำหนดเกี่ยวกับการติดตั้ง 306
ส่วนที่ 6	การอุดช่องเดินท่อ ช่องเจาะ ด้วยวัสดุป้องกันไฟและควันลาม 312
ส่วนที่ 7	การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี 312

สารบัญ

หมวด	หน้า
หมวด 17	งานระบบแก้สทางการแพทย์
ส่วนที่ 8	ข้อกำหนดภายหลังการติดตั้ง 315
ส่วนที่ 9	ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน 317

หมวด 01
ข้อกำหนดทั่วไป
GENERAL REQUIREMENTS

ขอบเขตของงานทั่วไป
SUMMARY OF WORK

1. นิยาม

คำนาม คำสรรพนามที่ปรากฏในสัญญาและเงื่อนไขแห่งสัญญาจ้างเหมางานอาคาร รายการก่อสร้างและเอกสารอื่น ๆ ที่แนบสัญญา ให้มีความหมายตามที่ระบุไว้ในหมวดนั้นนอกจากจะมีการระบุเฉพาะไว้เป็นอย่างอื่น หรือระบุเพิ่มเติมไว้ในเงื่อนไขแห่งสัญญานี้

เจ้าของโครงการ	หมายถึง	เจ้าของงานก่อสร้างโครงการนี้ตามที่ลงนามในสัญญาและมีอำนาจ ตามที่ระบุไว้ในสัญญา
ผู้ควบคุมงาน	หมายถึง	ผู้แทนเจ้าของโครงการที่ได้รับการแต่งตั้งให้เป็นผู้ควบคุมงาน
สถาปนิกและหรือวิศวกร	หมายถึง	สถาปนิก หรือวิศวกรผู้มีอำนาจปรากฏอยู่ในแบบและในเอกสารต่างๆในฐานะผู้ออกแบบและกำหนดรายการก่อสร้าง
ผู้รับจ้าง	หมายถึง	นิติบุคคลที่ลงนามเป็นคู่สัญญากับเจ้าของโครงการรวมทั้งตัวแทนและลูกจ้างของผู้รับจ้าง
งานก่อสร้าง	หมายถึง	งานต่าง ๆ ที่ได้รับ และปรากฏอยู่ในแบบก่อสร้างรายการก่อสร้าง และเอกสารแนบสัญญา รวมทั้งงานประกอบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องที่มีความจำเป็นจะต้องจัดให้มีเพื่อให้งานต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่ในแบบก่อสร้างสามารถเสร็จสมบูรณ์ได้
แบบก่อสร้าง	หมายถึง	แบบก่อสร้างทั้งหมดที่มีประกอบในการทำสัญญาจ้างเหมาทำอาคาร และแบบก่อสร้างที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข และแบบที่มีการเพิ่มเติม โดยความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน ผู้ออกแบบและเจ้าของโครงการ
รายการก่อสร้าง	หมายถึง	ข้อความและรายละเอียดที่กำหนด และควบคุมคุณภาพของวัสดุอุปกรณ์เทคนิค และฝีมือการปฏิบัติงานตามกรรมวิธี กฎข้อบังคับและข้อตกลงต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างที่ปรากฏหรือไม่ปรากฏในแบบก่อสร้างในแบบก่อสร้างตามสัญญานี้
อนุมัติ	หมายถึง	การอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษร
คำสั่ง	หมายถึง	การสั่งการให้ปฏิบัติตามจุดประสงค์ที่ต้องการของผู้ว่าจ้างที่เป็นลายลักษณ์อักษร และให้รวมถึงคำบอกกล่าวที่เป็นวาจา ซึ่งมีผลบังคับใช้แทนคำสั่ง โดยจะเป็นลายลักษณ์อักษรตามมาในภายหลัง
คุณภาพเทียบเท่า	หมายถึง	การอนุญาตให้ใช้วัสดุหรืออุปกรณ์ในงานหรือเทียบเท่าก่อสร้างนอกเหนือจากรายชื่อวัสดุอุปกรณ์ที่ได้กำหนดไว้ในรายละเอียดประกอบแบบก่อสร้างหรือในแบบก่อสร้างการเทียบเท่าให้เทียบเท่า โดยยึดถือคุณภาพเท่ากัน หรือดีกว่ากัน และราคาเท่ากันหรือสูงกว่า

2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

ต้องการพัฒนาและปรับปรุงพื้นที่การใช้งานเดิม เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งานใหม่ ประกอบด้วย

- พื้นที่ชั้น 4 อาคารมหิตลาธิเบศร
เดิมเป็นพื้นที่ส่วนงาน PICU และ NICU ควบคู่กัน ต้องการปรับปรุงพื้นที่เพื่อใช้เป็นส่วนงาน PICU แบบเต็มพื้นที่
- พื้นที่ชั้น 4 อาคารสยามบรมราชกุมารี
เดิมเป็นพื้นที่ส่วนสำนักงาน ห้องอาหารและห้องพักเจ้าหน้าที่ ต้องการปรับปรุงให้เป็นพื้นที่ส่วนงาน CCU

3. ตำแหน่งที่ตั้งของโครงการ

420/8 ถนนราชวิถี แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

4. ขอบเขตของงาน

เพื่อให้การก่อสร้างเป็นไปตามวัตถุประสงค์ด้วยความเรียบร้อย ถูกต้อง ผู้รับจ้าง จะต้องดำเนินการก่อสร้างตามรูปแบบและรายการทั้งหมด ซึ่งประกอบด้วย

- งานสถาปัตยกรรม
- งานวิศวกรรมโครงสร้าง
- งานวิศวกรรมระบบไฟฟ้า
- งานวิศวกรรมระบบปรับอากาศและระบายอากาศ
- งานวิศวกรรมระบบสุขาภิบาล
- งานระบบอื่น ๆ ตามที่ระบุในรูปแบบและรายการ

รายการต่างๆ ที่ได้กล่าวถึง หรือกำหนดไว้ หรือแสดงไว้ในรายการก่อสร้างและแบบก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหาและดำเนินการติดตั้งให้เรียบร้อยตลอดจนทดสอบให้ใช้งานได้ดีและสิ่งใดก็ตามที่ไม่ได้ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง หรือรายการก่อสร้าง แต่เป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้งานก่อสร้างตามสัญญาสำเร็จลุล่วงไปโดยสมบูรณ์ ให้ถือเป็นส่วนหนึ่งของสัญญานี้ด้วย ดังนี้

- การสำรวจบริเวณที่ก่อสร้าง
- การเจาะสำรวจสภาพดินหรือสภาพพื้นที่ที่จะดำเนินการ เพื่อใช้ในการคำนวณโครงสร้าง
- การขุดและถมดินเพื่อปรับพื้นที่ที่จะทำการก่อสร้าง
- การประสานงานเพื่อต่อเชื่อมระบบน้ำประปาจากการประปาเดิมหรือการประปาฯ หรือจากส่วนอื่นภายในโครงการ
- การประสานงานเพื่อต่อเชื่อมระบบไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฯ หรือจากส่วนอื่นภายในโครงการ

5. แบบและรายการก่อสร้าง

5.1 แบบและรายการก่อสร้างผู้รับจ้างจะต้องเก็บรักษาไว้ในที่ก่อสร้างอย่างน้อย อย่างละ 1 ชุด โดยแบบจะต้องอยู่ในสภาพที่ดี และเป็นแบบที่แก้ไขครั้งสุดท้ายเท่านั้น ระยะเวลาและมาตรฐานต่างๆ ให้ถือเอาตัวเลขที่ระบุในแบบเป็นหลัก ห้ามวัดจากแบบโดยตรงถ้ามีข้อสงสัยให้สอบถามตัวแทนของผู้ว่าจ้างในเวลาอันสมควรก่อนลงมือดำเนินการก่อสร้างทุกครั้งเพื่อจะได้ประสานงานกับสถาปนิกวิศวกรผู้ออกแบบต่อไป

5.2 ข้อกำหนดเงียบ (Silence of Specification) ขอทำความเข้าใจ ณ ที่นี้ว่าแบบและรายการข้อกำหนดต่างๆ ที่ปรากฏในรูปแบบก็ดี หรือเป็นลายลักษณ์อักษรก็ดีนั้น มีบางส่วนมิได้แสดงไว้ หรือไม่อาจอธิบายให้ละเอียดจนเกิน

ความจำเป็น มีบางส่วนละไว้ในฐานที่เข้าใจ ให้ใช้หลักปฏิบัติทางช่างที่ถูกต้องที่ใช้กันทั่วไป เป็นบรรทัดฐานในการปฏิบัติงานที่ดี และจะคิดเป็นค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมได้

6. ระยะเวลาประกันการซ่อมแซม

- 6.1 ในระยะเวลา 1 ปีหรือตามที่ระบุในสัญญา หากผู้ว่าจ้างตรวจรับงานก่อสร้างแล้วในระหว่างนี้ ถ้ามีความบกพร่อง ความเสียหาย ความชำรุดทรุดโทรมที่เกิดขึ้นแก่อาคารอันเนื่องมาจากความผิดพลาดความไม่รอบคอบละเลยของผู้รับจ้าง ในขณะที่ทำการก่อสร้างผู้รับจ้างจะต้องทำการซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพเรียบร้อยหรือใช้งานได้ดังเดิมโดยทันทีที่ได้รับแจ้งจากผู้ว่าจ้างและจะเรียกชดเชยค่าใช้จ่ายใด ๆ เพิ่มเติมไม่ได้ทั้งสิ้น
- 6.2 ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิที่จะให้ผู้รับจ้างทำใบคำประกันความเสียหายของธนาคารพาณิชย์ ภายในประเทศ ในวงเงินร้อยละ 5 (ห้า) ของราคางาน หรือตามที่กฎหมายกำหนด เพื่อเป็นการประกันการซ่อมแซมในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่ดำเนินการซ่อมแซมทันที และผู้ว่าจ้างต้องไปจ้างผู้อื่นมาทำการซ่อมแซมแทนโดยค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมดผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบทั้งหมด

7. การกำหนดสถาปนิกและวิศวกร เพื่อควบคุมงานก่อสร้างและรับผิดชอบต่อการก่อสร้าง

- 7.1 ในกรณีที่ต้องยื่นขออนุญาตปลูกสร้างอาคาร ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ดำเนินการยื่นขออนุญาตปลูกสร้างอาคารต่อหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งจัดหา สถาปนิกและวิศวกร เพื่อลงนามเป็นผู้ควบคุมงานในเอกสารที่จะต้องขออนุญาตปลูกสร้างอาคารอย่างถูกต้อง
- 7.2 ในกรณีที่โครงการนั้น ๆ ได้รับใบอนุญาตแล้ว และรายชื่อสถาปนิก, วิศวกรผู้ควบคุมงานไม่ตรงกับการทำงานที่แท้จริง ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ประสานงานเพื่อขอเปลี่ยนแปลงผู้ควบคุมงานให้ตรงกับการควบคุมงานจริงต่อหน่วยงาน เช่น กทม. เทศบาล หรือ อบต. นั้น ๆ ให้แล้วเสร็จก่อนการเริ่มงานก่อสร้าง หากผู้รับจ้างดำเนินการก่อสร้างไปโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงผู้ควบคุมงานให้ถูกต้อง ให้ถือว่าผู้ควบคุมงานเดิมไม่รับรู้และไม่สามารถรับผิดชอบต่อ การก่อสร้างที่เกิดขึ้นได้
- 7.3 ผู้รับจ้างจะต้องมีสถาปนิกและวิศวกร รับผิดชอบในการตรวจสอบรูปแบบและรายการอาคาร ก่อนดำเนินการ และในระหว่างการทำงานตั้งแต่เริ่มทำงานจนกระทั่งงานแล้วเสร็จ โดยเสนอรายชื่อพร้อมกับการเสนอราคา

8. งานทั่วไปในสถานที่ก่อสร้าง

- 8.1 งานรื้อถอนอาคารสิ่งปลูกสร้างที่มีอยู่เดิมและงานปรับปรุงพื้นที่
- 8.1.1 การรื้อถอนอาคารสิ่งปลูกสร้างเดิม
- ในทันทีที่ผู้รับจ้างได้เข้าครอบครองสถานที่ที่จะก่อสร้าง ให้ผู้รับจ้างดำเนินการรื้อถอนอาคารและสิ่งปลูกสร้างเดิมที่มีอยู่ในบริเวณนั้น ซึ่งผู้รับจ้างต้องใช้ความระมัดระวังต่อท่อประปาและสายไฟฟ้าใต้ดินหรือในอาคาร ที่อาจมีอยู่ไม่ให้กระทบกระเทือน หรือความเสียหายใด ๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการรื้อถอนอาคารและสิ่งปลูกสร้างเดิม
- 8.1.2 กรรมสิทธิ์ในวัสดุสิ่งของ และการปรับที่
- วัสดุสิ่งของที่ได้จากการรื้อถอนอาคารและสิ่งปลูกสร้างข้างต้นนี้ให้ตกเป็นของผู้รับจ้าง ยกเว้นวัสดุสิ่งของที่ได้ระบุไว้เป็นพิเศษให้ส่งมอบแก่เจ้าของโครงการ และผู้รับจ้างต้องขนย้ายวัสดุสิ่งของของผู้รับจ้าง ที่ได้จากการรื้อถอนนี้ออกไปจากบริเวณที่ก่อสร้าง ทั้งนี้ให้รวมถึงฐานรากและส่วนของอาคารหรือสิ่งปลูกสร้างที่อยู่ใต้ดิน หลุมส้วม บ่อเก่า รากไม้ และสิ่งกีดขวาง นั้น ๆ ทั้งที่อยู่บนดินและใต้ดินในบริเวณก่อสร้างทั้งหมด แล้วให้

ดำเนินการปรับระดับพื้นดินให้เรียบร้อยเสมอกัน พร้อมทั้งดำเนินการวางผังก่อสร้างอาคาร กำหนดแนว และระดับเริ่มต้นก่อสร้างตามที่กำหนดในแบบและรายการก่อสร้างตามสัญญาต่อไปได้

8.1.3 วิธีการรื้อถอนอาคารและสิ่งปลูกสร้างเดิม

ห้ามผู้รับจ้างใช้วิธีการรื้อถอนอาคารและสิ่งปลูกสร้างเดิมโดยวิธีที่จะก่อให้เกิดอันตรายใด ๆ หรือเป็นเหตุให้เกิดความตระหนกตกใจจากการกระทำดังกล่าวแก่ผู้อยู่ข้างเคียง เช่น การเผาไหม้ การสุมไฟ ฯลฯ

8.2 การวางผังและการวัดระดับในการก่อสร้าง (Site Survey)

8.2.1 การวางผัง ระดับ และหมุดอ้างอิง (Site Survey)

ผู้รับจ้างต้องจัดหาผู้ชำนาญงานวิศวกรรมสำรวจ พร้อมเครื่องมือ และอุปกรณ์ สำหรับการวางผังก่อสร้างอาคาร การวางผังอาคาร วัดระดับ หมุดหลักฐาน และอ้างอิงในงานก่อสร้างอาคาร และให้ประจำอยู่ตลอดเวลา ตั้งแต่ เริ่มต้นงานก่อสร้างอาคารจนเสร็จงาน

8.2.2 การทำแบบแสดงผังการก่อสร้าง (Shop Drawing)

ผู้รับจ้างต้องเริ่มต้นงานก่อสร้างอาคารจากผังก่อสร้างอาคาร หมุด และแนวอ้างอิงที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานแล้วเท่านั้น ผู้รับจ้างต้องจัดทำแผนผังหมุด และแนวอ้างอิงดังกล่าวลงในแบบรายละเอียดผังบริเวณ แล้วทำสำเนา 2 ชุด ส่งให้ผู้คุมงานเก็บไว้ใช้งาน

8.2.3 ความรับผิดชอบ (Responsibility)

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบแก้ไขการวางผังก่อสร้างรวมทั้งระดับและแนวพิกัดต่าง ๆ ในการก่อสร้างให้ถูกต้องตามแบบ และพร้อมที่จะให้ผู้คุมงานตรวจสอบได้ตลอดเวลา ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบวางแผนแนวพิกัดในอาคาร รวมทั้งระดับอ้างอิงสำหรับให้ผู้รับจ้างรายอื่น ๆ ทุกรายที่เจ้าของโครงการได้จ้างโดยตรงในงานก่อสร้างอาคารนี้แล้ว ผู้รับจ้างต้องติดตั้งหมุดทองเหลืองตามโครงสร้างหลักของอาคารที่กำลังสร้างที่จุดต่าง ๆ ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้คุมงานจำนวน 4 ชุด ทั้งให้ผู้รับจ้างจัดให้มีการตรวจสอบวัดระดับหากการหลุดตัวของโครงสร้างอาคารที่จุดเหล่านี้ทุก ๆ สองเดือนตั้งแต่เริ่มงานก่อสร้างจนเรียบร้อย ให้ผู้คุมงานทราบทุก ๆ สองเดือน

ระบบความปลอดภัย
SECURITY PROCEDURES

1. การป้องกันสิ่งสาธารณูปโภค (Protection of Public Property)
 - 1.1 การรักษาสภาพที่สาธารณะ
 - 1.1.1 ผู้รับจ้างต้องไม่นำวัสดุเครื่องมือ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง ไปวางในที่สาธารณะหรือทำให้เกิดการกีดขวางการสัญจรไปมาของบุคคลทั่วไป ตลอดระยะเวลาที่ก่อสร้าง
 - 1.1.2 ผู้รับจ้างต้องไม่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่สถานที่ที่เป็นที่สาธารณะ เช่น ถนน ทางเข้า ทางเดิน สะพานและอื่น ๆ หากปรากฏว่ามีความเสียหายเกิดขึ้น ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบแก้ไข ซ่อมแซมให้คืนสู่สภาพดีไม่ชักช้าและเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น
 - 1.2 การป้องกันสิ่งสาธารณูปโภค
ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายใด ๆ ที่เกิดขึ้นกับสิ่งสาธารณูปโภคทั้งปวง เช่น ท่อประปา ไฟฟ้า โทรศัพท์ ท่อระบายน้ำ ทางน้ำธรรมชาติ ฯลฯ อันมีผลมาจากการก่อสร้าง และผู้รับจ้างต้องแก้ไขซ่อมแซมให้คืนสู่สภาพเดิมโดยไม่ชักช้าและเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น และให้ถือว่าผู้รับจ้างได้คิดค่าใช้จ่ายเผื่อไว้แล้วในจำนวนเงินตามสัญญาสำหรับความเสี่ยงใด ๆ ในเรื่องนี้
2. การป้องกันการบุกรุกล่วงล้ำและยามรักษาการณ์ (Prevention of Trespass)
 - 2.1 การป้องกันการล่วงล้ำเขตที่ (Prevention of Trespass)
ผู้รับจ้างต้องจำกัดขอบเขตการก่อสร้าง มิให้เกิดการล่วงล้ำ บุกรุก เข้าไปในที่ข้างเคียงนอกบริเวณก่อสร้าง ขณะเดียวกันต้องจัดให้มีการป้องกัน ดูแลมิให้คนงานของตนบุกรุกเข้าไปในพื้นที่ของผู้อื่นด้วย
 - 2.2 การป้องกันบุคคลจากภายนอก (Unauthorized Persons)
ผู้รับจ้างจะต้องไม่ให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาตจากผู้ควบคุมงาน หรือผู้ที่เจ้าของโครงการได้ออกคำสั่งห้ามไว้เข้าไปในบริเวณก่อสร้างเด็ดขาดตลอดระยะเวลาที่ก่อสร้างทั้ง ในเวลากลางวัน และกลางคืน ให้ผู้รับจ้างออกคำสั่งนี้ ให้ผู้จัดการโครงการงานก่อสร้างอาคารและยามเฝ้าบริเวณถือปฏิบัติตามข้อนี้อย่างเคร่งครัด
 - 2.3 การออกนอกบริเวณก่อสร้าง (Leaving The Site)
เมื่อถึงเวลาเลิกงานก่อสร้างในแต่ละวัน ให้ผู้รับจ้างดูแล และจัดการให้ทุกคนออกไปจากสถานที่ก่อสร้าง ยกเว้นยามเฝ้าบริเวณ ซึ่งผู้ปฏิบัติหน้าที่ดูแลสถานที่ก่อสร้าง
 - 2.4 ยามรักษาการณ์ และแสงสว่าง (Watching and Lighting)
ผู้รับจ้างต้องจัดให้มียามเฝ้าบริเวณ และสถานที่ก่อสร้างตลอดเวลาทั้งกลางวันและกลางคืน รวมทั้งจัดให้มีไฟฟ้าแสงสว่าง ที่บริเวณก่อสร้างทั้งหมดให้เพียงพอ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบความเสียหาย และ/ หรือ ความสูญหายใด ๆ ที่อาจเกิดกับวัสดุสิ่งของ อุปกรณ์เครื่องมือตลอดจนงานก่อสร้างทั้งหลายในที่ก่อสร้าง รวมทั้งงานที่เป็นส่วนของผู้รับจ้างช่วงที่กำหนดด้วย
3. การดูแลป้องกันและบำรุงรักษางานก่อสร้าง (Securities)
 - 3.1 การดูแลงาน วัสดุ อุปกรณ์ (Protection of Works and Materials)
ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบแต่ผู้เดียว ในการระวังดูแลรักษางานก่อสร้างทั้งหมดรวมทั้งวัสดุเครื่องมือ อุปกรณ์ที่นำมาไว้ในบริเวณก่อสร้าง หรือเพื่อนำมาใช้ในงานก่อสร้างตั้งแต่เริ่มจนกระทั่งเจ้าของโครงการได้รับมอบงานตามที่คุณควบคุมงานได้ออกใบรับรองการตรวจรับงานเรียบร้อยของงานแล้ว ในกรณีจำเป็นที่ผู้รับจ้างต้องจัดทำเครื่องมือป้องกันความเสียหายใด ๆ ที่อาจเกิดกับวัสดุ เครื่องมืออุปกรณ์ และงานก่อสร้างอาคาร ไม่ว่าจะเป็นลักษณะการก่อสร้าง

เป็นที่คลุม ที่กำบังรวม ทั้งการตั้งเครื่องสูบน้ำป้องกันน้ำท่วม การป้องกันการขีดข่วนเป็นรอย ฯลฯ และอื่น ๆ ตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นว่าเหมาะสม

3.2 การป้องกันเพลิงไหม้ (Fire Protection)

ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีเครื่องดับเพลิงที่มีประสิทธิภาพ และเพียงพอประจำที่อาคารทุกชั้นและในที่เก็บวัสดุ เครื่องมือ อุปกรณ์ รวมทั้งในที่ต่าง ๆ ที่ผู้ควบคุมงานเห็นว่าจำเป็น รวมทั้งการป้องกัน และจัดการอย่างเคร่งครัด กับแหล่งเก็บเชื้อเพลิงต้องจัดให้มีค่าเตือนที่เห็นเด่นชัดในการนำไฟ หรือวัสดุอื่นที่ทำให้เกิดไฟได้เข้าใกล้บริเวณดังกล่าว

3.3 ความรับผิดชอบ (Responsibility)

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการจัดทำกรดูแลป้องกัน และบำรุงรักษาดังกล่าวข้างต้นทั้งหมดแต่เพียงผู้เดียว และต้องรับผิดชอบสำหรับการสูญเสียหรือความเสียหายอันเกิดแก่วัสดุ สิ่งของ และงานก่อสร้างอาคารทั้งหมดไม่ว่าจะได้มีการรวมมูลค่าของงาน หรือวัสดุ อุปกรณ์ ส่วนใดส่วนหนึ่งเข้าไว้ในใบรับรอง ให้จ่ายเงินระหว่างกาล (Interim Certificates) หรือไม่ก็ตาม

3.4 การป้องกันและรักษางานก่อสร้าง

ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการป้องกันและรักษางานก่อสร้าง รวมทั้งวัสดุอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งหรือเก็บไว้ในบริเวณก่อสร้าง ตั้งแต่เริ่มงานจนกระทั่งผู้ว่าจ้างรับมอบงานงวดสุดท้าย ในกรณีจำเป็นผู้รับจ้างต้องจัดทำเครื่องป้องกันความเสียหาย ที่อาจเกิดขึ้นกับวัสดุอุปกรณ์และงานก่อสร้าง ไม่ว่าจะเป็นการสร้างที่กำบัง การป้องกันการขีดข่วน การตั้งเครื่องสูบน้ำป้องกันน้ำท่วม และการป้องกันอื่น ๆ ที่ผู้ควบคุมงานเห็นว่าเหมาะสม รวมทั้งวิธีการป้องกันวัสดุอุปกรณ์สูญหาย เช่น การตรวจค้นอย่างละเอียดและเคร่งครัดกับทุกคนที่เข้า-ออกบริเวณหรืออาคารที่ก่อสร้างตลอดเวลา

4. การระวังป้องกันอาคารและสิ่งก่อสร้างที่มีอยู่เดิม

4.1 การป้องกันสิ่งปลูกสร้างข้างเคียง (Protection of Adjacent Structures)

ผู้รับจ้างจะต้องป้องกันมิให้เกิดความเสียหายใด ๆ แก่สิ่งปลูกสร้างข้างเคียงในระหว่างการทำงานก่อสร้าง หากเกิดความเสียหายขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบแก้ไขให้คืนสภาพดีโดยไม่ชักช้า ในกรณีที่ผู้ควบคุมงานเห็นว่า การป้องกันที่ผู้รับจ้างได้ทำไว้ไม่เพียงพอ และปลอดภัยผู้ควบคุมงานอาจออกข้อกำหนด หรือคำสั่งใด ๆ ให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มเติมการป้องกันสิ่งปลูกสร้างนั้น ๆ ได้ตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นสมควร โดยถือเป็นความรับผิดชอบของผู้รับผิดชอบของผู้รับจ้างที่ต้องปฏิบัติตามคำสั่ง และผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายทั้งหมด

4.2 การป้องกันสิ่งก่อสร้างที่อยู่ใต้ดิน (ถ้ามี) (Protection of Existing sub - Structures)

ผู้รับจ้างต้องสำรวจจนเข้าใจดีแล้วว่า อาจจะมีสิ่งปลูกสร้างที่อยู่ใต้ดินบริเวณก่อสร้างหรือบริเวณใกล้เคียง เช่น ท่อระบายน้ำ ท่อน้ำประปา สายไฟฟ้า โทรศัพท์ ฐานราก ฯลฯ ซึ่งต้องให้อยู่ในสภาพที่ดีใช้งานได้ตลอดเวลา ผู้รับจ้างมีหน้าที่ตรวจสอบแนว และระดับความลึกที่แท้จริงแล้วทำเครื่องหมายปักไว้ให้ชัดเจน ในระหว่างการก่อสร้างผู้รับจ้างมีหน้าที่ระวังรักษาป้องกันมิให้เกิดความกระทบกระเทือน หรือความเสียหายใด ๆ หากมีความเสียหายใด ๆ เกิดขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบแก้ไข ซ่อมแซมให้คืนดีโดยเร็วที่สุดและเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น

5. การหลีกเลี่ยงเหตุเดือดร้อนรำคาญ (Annoyance of Neighbors)

ในกรณีที่ผู้ควบคุมงานเห็นว่างานก่อสร้างใดที่น่าจะเป็นเหตุก่อเกิดความเดือดร้อนรำคาญแก่ผู้อยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับสถานที่ก่อสร้าง ผู้ควบคุมงานอาจออกคำสั่งให้ผู้รับจ้างทำงานก่อสร้างนั้น ตามกรรมวิธี และหรือเลือกดำเนินการในเวลาที่เหมาะสมในอันที่ลดเหตุให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญดังกล่าวให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ให้ถือว่าผู้รับจ้างได้คิดเผื่อไปแล้วในการทำงานดังกล่าวทั้งในเรื่องเวลาการทำงานและค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

6. การป้องกันอุบัติเหตุและความเสียหาย
 - 6.1 ติดตั้งเครื่องกันตก รวากันตก ฝาปิดช่องหรือรู และตาข่ายคลุมในบริเวณที่อาจเกิดอุบัติเหตุได้ง่าย และต้องติดตั้งรั้วที่แข็งแรง พร้อมทั้งผ้าใบคลุมกันฝุ่นจากวัสดุตกหล่นโดยรอบ
 - 6.2 การป้องกันวัสดุอันตราย วัสดุที่ติดไฟและระเบิดงาน เช่น น้ำมัน สารเคมี สี ฯลฯ จะต้องเก็บไว้ในโรงเก็บของที่ปลอดภัย แเน่นหนา และอยู่ห่างจากบริเวณที่มีการทำงานและการพักอาศัย
 - 6.3 หลีกเลี่ยงการกระทำที่เสี่ยงอันตราย เช่น การจุดไฟเผาถ่านประกอบอาหาร การทำลายวัสดุที่ไม่ใช่ด้วยการเผาไฟ รวมทั้งการสูบบุหรี่ภายในสถานที่ก่อสร้าง
 - 6.4 จัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายสำหรับการปฏิบัติงาน เช่น รองเท้าน้ำบูท หมวกนิรภัย หน้ากาก ฯลฯ อย่างเพียงพอ
 - 6.5 ติดตั้งอุปกรณ์ฉนวนเพลิงที่เหมาะสมในบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัย
 - 6.6 จัดเตรียมติดตั้งตู้ยาเครื่องปฐมพยาบาลไว้ในสำนักงานสนามอย่างเหมาะสมเพียงพอ
 - 6.7 ติดตั้งป้ายเตือนและป้ายห้ามสูบบุหรี่ รวมถึงป้ายห้ามนำไฟเข้าในบริเวณสถานที่ก่อสร้างที่มีอันตราย ไฟฟ้า และบริเวณใกล้ที่สาธารณะ เพื่อเตือนมิให้บุคคลภายนอกเข้าไปในบริเวณสถานที่ก่อสร้าง
 - 6.8 จัดเตรียมและบำรุงรักษาไฟส่องสว่างในบริเวณต่อไปนี้
 - ทางเข้าช่องลิฟต์หรือรูเปิดกว้าง
 - บริเวณที่เก็บวัสดุและอุปกรณ์เครื่องทุ่นแรงทั้งหมด
 - บริเวณภายในและรอบสำนักงาน ห้องน้ำห้องส้วมและบริเวณบ้านพักคนงาน
 - บริเวณที่มีดที่แสงสว่างทั่วไปส่องมาไม่ถึง และสถานที่ที่อาจก่อให้เกิดอันตรายและความเสียหายต่องาน
 - 6.9 ผู้รับจ้างต้องป้องกันมิให้เกิดความเสียหายแก่งานจ้าง สิ่งปลูกสร้างข้างเคียงและสาธารณสมบัติต่าง ๆ หากเกิดความเสียหาย ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบชดเชยหรือแก้ไขให้คืนสภาพดั้งเดิมโดยเร็ว กรณีที่ผู้ควบคุมงานเห็นว่า การป้องกันที่ผู้รับจ้างจัดทำไว้ไม่เพียงพอ ผู้รับจ้างต้องจัดทำตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นสมควร
 - 6.10 ติดตั้งการระบายอากาศชั่วคราวขณะก่อสร้าง ภายในพื้นที่ดำเนินงาน
7. กฎข้อบังคับในการป้องกันอุบัติเหตุสำหรับผู้รับเหมา
 - 7.1 ผู้รับเหมาจะต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำเกี่ยวกับการป้องกันอุบัติเหตุและการรักษาสุขภาพ
 - 7.2 ผู้รับเหมาจะต้องได้รับอนุญาตจากเจ้าของโครงการและที่ปรึกษาควบคุมงาน ก่อนที่จะเริ่มลงมือปฏิบัติงานทุกครั้ง
 - 7.3 เงื่อนไขทั่วไป
 - 7.3.1 ถ้าผู้รับเหมาจะปฏิบัติงานในที่สูงซึ่งอยู่เหนือศีรษะขึ้นไป จะต้องให้วิศวกรที่เกี่ยวข้องทราบเพื่อขอรับคำแนะนำเกี่ยวกับการป้องกันอุบัติเหตุ
 - 7.3.2 ถ้าจะต้องปฏิบัติงานอยู่เหนือศีรษะผู้รับเหมาจะต้องติดตั้งเครื่องหมายต่าง ๆ บนพื้นดินในบริเวณนั้นเพื่อเตือนให้ผู้คนสัญจรไปมาทราบว่าบริเวณนั้นมีการปฏิบัติงานอยู่ข้างบน
 - 7.3.3 อุปกรณ์ทุกชนิดจะต้องผ่านการตรวจตราและพิสูจน์ว่าปลอดภัยก่อนที่จะนำออกมาใช้
 - 7.3.4 ถ้าหากผู้รับเหมาต้องการใช้บริการทางด้านกระแสไฟฟ้าจากเจ้าของโครงการ จะต้องแจ้งให้วิศวกรผู้รับผิดชอบทราบ เพื่อจัดการให้พนักงานของพื้นที่ ดำเนินการต่อกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าของผู้รับเหมาและถ้าหากจำเป็นต้องโยกย้ายเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ดังกล่าว ผู้รับเหมาจะต้องแจ้งให้วิศวกรที่เกี่ยวข้องทราบเพื่อ ดำเนินงานต่อไป
 - 7.3.5 อุปกรณ์ที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ระบบสันดาปเชื้อเพลิงภายใน จะไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้ ณ บริเวณอาคารที่พนักงานของหน่วยงาน ปฏิบัติงานอยู่ นอกจากจะจัดให้มีการถ่ายเทอากาศอย่างถูกต้องและปลอดภัยด้วยความเห็นชอบของวิศวกรที่เกี่ยวข้อง ถ้าจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ดังกล่าว ผู้รับเหมาจะต้องแจ้งให้ผู้เกี่ยวข้อง

- ในกลุ่มงานป้องกันอุบัติเหตุ หรือวิศวกรที่รับผิดชอบทราบเพื่อตรวจสอบสภาพความปลอดภัยก่อนใช้ปฏิบัติงาน ผู้รับเหมาจะไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้เครื่องยนต์
- 7.3.6 พนักงานของผู้รับจ้างทุกคน จะต้องให้ความร่วมมือในการตรวจค้นยานพาหนะเข้า – ออกและก่อนที่จะผ่านออกจากบริเวณสถานที่ก่อสร้าง
- 7.4 การป้องกันอัคคีภัย
- ผู้รับเหมาจะต้องติดต่อกับผู้เกี่ยวข้องในงานงานป้องกันอุบัติเหตุของทางเจ้าของโครงการ หรือผู้ ควบคุมงาน หรือเจ้าของโครงการ
- 7.4.1 การใช้เครื่องเชื่อม เครื่องตัดโลหะ ไฟแก๊สโลหะ หรือเครื่องกำเนิดความร้อนทุกชนิดจะต้องได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร จากวิศวกรผู้เกี่ยวข้อง หรือผู้เกี่ยวข้องในงานป้องกันอุบัติเหตุของทางเจ้าของโครงการ เสียก่อน
- 7.4.2 การเผาขยะจะต้องควบคุมโดยใกล้ชิด การใช้เครื่องมือใด ๆ ที่ก่อให้เกิดเปลวไฟทุกชนิดจะต้องได้รับอนุญาตจากเจ้าของโครงการ
- 7.4.3 หากมีเพลิงไหม้เกิดขึ้น ไม่ว่าจะเล็กน้อยเพียงใดก็ตาม จะต้องรายงานให้วิศวกรผู้รับผิดชอบหรือผู้เกี่ยวข้องในงานงานป้องกันอุบัติเหตุของทางเจ้าของโครงการทราบทันที หากอุปกรณ์ป้องกันอัคคีภัยเป็นของเจ้าของโครงการฯ อุปกรณ์เหล่านี้จะนำไปใช้ในทางอื่นไม่ได้ นอกจากการป้องกันอัคคีภัยเพียงอย่างเดียวเท่านั้น
- 7.4.4 ในกรณีเกิดเพลิงไหม้จากการกระทำของพนักงานของผู้รับจ้าง หรือผู้รับจ้างช่วงและใช้อุปกรณ์ป้องกันอัคคีภัยของเจ้าของโครงการฯ ผู้รับเหมาจะต้องออกค่าใช้จ่ายในการเติมน้ำยาเคมีเครื่องดับเพลิงหรือซ่อมแซมอุปกรณ์ของเครื่องดับเพลิง หากเกิดการเสียหายขึ้น
- 7.4.5 หากมีความจำเป็นต้องเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ป้องกันอัคคีภัยเพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงานผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้เจ้าของโครงการฯ ล่วงหน้า
- 7.5 ในกรณีที่เกิดอัคคีภัยก่อนปฏิบัติงานใด ๆ ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้พนักงานของตน ทราบสถานที่เก็บ อุปกรณ์ผจญเพลิงที่อยู่ใกล้กับสถานที่ปฏิบัติงานมากที่สุด ผู้รับจ้างทุกคนจะต้องเข้าใจถึงกฎเกณฑ์และข้อปฏิบัติในการป้องกันอัคคีภัยอย่างแจ่มแจ้ง
- 7.6 การใช้เครื่องจักรกลทุกชนิดของผู้รับเหมา จะต้องปฏิบัติให้สอดคล้องกับกฎข้อบังคับของทางราชการซึ่งออกโดยกระทรวงมหาดไทยกฎหมายได้ระบุไว้ชัดเจนแล้วว่า เครื่องจักรกลทุกชนิดจะต้องมีเครื่องปกปิดส่วนที่หมุน ยกเว้นเครื่องอุปกรณ์บางชนิดยังจำเป็นต้องใช้ส่วนที่หมุนในการปฏิบัติงาน เช่น เครื่องใส่เครื่องขัด แต่อย่างไรก็ตามเครื่องมือเหล่านั้นจะต้องมีเครื่องปกปิดมากพอสมควรแก่ความปลอดภัย
- 7.7 การระบายน้ำและน้ำทิ้งในการล้างวัสดุอุปกรณ์หรือการจัดของเสีย ผู้รับเหมาจะต้องป้องกันไม่ให้ดิน ทรา ย ปูน ซีเมนต์ ปูนพลาสเตอร์ ปูนขาว หรือวัสดุใด ๆ ที่ก่อให้เกิดการขัดข้องอุปสรรคในระบบระบายน้ำและระบบน้ำเสียตกลงไปในระบบระบายน้ำและระบบน้ำเสียโดยเด็ดขาด
- 7.8 หลังกา
- 7.8.1 ถ้าพนักงานของผู้รับจ้างจะขึ้นไปปฏิบัติงานบนหลังคา หรือพื้นที่สูงของอาคารของโครงการฯ จะต้องได้รับอนุญาตจากวิศวกร ผู้เกี่ยวข้อง / หรือกรรมการตรวจการจ้างฯ
- 7.8.2 ถ้าจะต้องปฏิบัติงานบนหลังคาที่เป็นกระเบื้องต้องใช้กระดานรองเดินพร้อมด้วยสายรัดกันตก
- 7.8.3 ถ้าหากจะต้องวางวัสดุอุปกรณ์ที่มีน้ำหนักมากบนหลังคา จะต้องปรึกษาหารือและตกลงกับเจ้าของโครงการฯ เสียก่อน ด้วยความเห็นชอบของวิศวกรผู้เกี่ยวข้องของโครงการฯ
- 7.8.4 วัสดุเหลือใช้ต่าง ๆ จะต้องเคลื่อนย้ายลงจากหลังคาด้วยวิธีการที่ปลอดภัย และได้รับการยินยอมจากเจ้าของโครงการฯ ห้ามโยนลงจากหลังคา หรือจากที่สูงโดยเด็ดขาด

- 7.8.5 ในการหลอมละลายยางมะตอย (Asphalt) จะต้องแจ้งให้กรมการตรวจการจ้างฯ ของ โครงการฯ และผู้ควบคุมงาน ผู้รับผิดชอบทราบ เพราะในบริเวณนั้นอาจจะมีท่อระบายไอเสียซึ่งไวไฟและจะทำให้เกิดเพลิงไหม้ได้
8. สวัสดิภาพและความปลอดภัยในการทำงาน (Security and Safety)
- 8.1 สวัสดิภาพและความปลอดภัยในการทำงาน (Security and Safety)
- 8.1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีเครื่องมือ อุปกรณ์ เครื่องป้องกัน และเครื่องอำนวยความสะดวกทั้งหลายไว้ในสถานที่ก่อสร้าง เพื่อความสะดวกในการทำงานและความเสี่ยงภัยให้น้อยลง
- 8.1.2 ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีสภาพในการทำงานที่ดี ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ และชีวิตของคนงาน รวมทั้งต้องจัดให้มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายต่าง ๆ แก่พนักงาน คนงานผู้ควบคุม รวมทั้งผู้มาเยี่ยมดูงานก่อสร้างอาคารด้วย ทั้งหมดนี้ให้ผู้ควบคุมงานมีอำนาจออกคำสั่งให้ผู้รับจ้างจัดให้มีการปรับปรุงแก้ไขใด ๆ ได้ ตามที่เห็นควรและ ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบจัดการเรื่องนี้ ให้เป็นไปตามที่มีข้อบัญญัติใด ๆ ในกฎหมายที่เกี่ยวข้องทุกประการ ตลอดระยะเวลาก่อสร้างอาคาร
- 8.1.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำเครื่องหมายต่าง ๆ ที่เห็นได้อย่างชัดเจน ติดตั้งในสถานที่ที่อาจจะเป็นอันตรายแก่ พนักงาน คนงาน ผู้คุมงาน และบุคคลอื่น ๆ ที่เข้าไปในบริเวณก่อสร้าง
- 8.2 การปฐมพยาบาลและอุปกรณ์ช่วยชีวิต (First-aid)
- ให้ผู้รับจ้างจัดให้มีอุปกรณ์เครื่องเวชภัณฑ์ในการปฐมพยาบาล และอุปกรณ์ช่วยชีวิตตามสมควร และ/หรือ ตามที่มีข้อบัญญัติใด ๆ กำหนดไว้ในกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีผู้ยาและยาสามัญประจำบ้านไว้ในสถานที่ก่อสร้าง และต้องดูแลจัดให้มีเพิ่มเติมพอใช้อยู่เสมอ ผู้รับจ้างมีหน้าที่จัดให้มีพนักงานของตนจำนวนหนึ่งที่ช่วยเหลือและทำการปฐมพยาบาลเมื่อเกิดอุบัติเหตุ และให้ติดประกาศชื่อพนักงานดังกล่าวไว้ในบริเวณก่อสร้างให้เป็นที่ทราบทั่วกัน
9. การประกันภัย
- ผู้รับจ้างจะต้องจัดให้มีการประกันภัยความรับผิดชอบต่อสัญญา (Contract - Work Insurance) กับสำนักงานหรือบริษัทประกันภัย ที่ผู้ว่าจ้างกำหนด หรือรับรองโดยระบุให้ผู้ว่าจ้าง และ/หรือบริษัทที่ปรึกษาควบคุมงานเป็นผู้รับประกันภัยตามกรมธรรม์ตามส่วนที่เกี่ยวข้องและสงมอบต้นฉบับกรมธรรม์ ให้กับผู้ว่าจ้างภายใน 30 วัน นับจากวันที่ได้รับแจ้งให้ เป็นผู้ดำเนินการก่อสร้างโดยมีขอบเขตการคุ้มครองครอบคลุมรายละเอียดดังต่อไปนี้
- 9.1 การประกันภัยความรับผิดชอบต่อสัญญา (Contract Work Insurance) เพื่อในการคุ้มครองงานก่อสร้างทั้งหมดเต็มมูลค่างาน และระยะเวลาครอบคลุมถึงระยะเวลาการบำรุงรักษา (Maintenance period) อีก 2 ปี นับตั้งแต่วันที่มีการส่งมอบงาน
- 9.2 การประกันภัยความรับผิดชอบต่อร่างกายและทรัพย์สินของบุคคลที่สามอันเนื่องมาจากดำเนินงานก่อสร้างการคุ้มครองดังกล่าวให้รวมถึงความเสียหายต่อร่างกายและทรัพย์สินของเจ้าหน้าที่หรือพนักงานหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้าง และบริษัทที่ปรึกษาควบคุมงาน ทั้งนี้ให้มีวงเงินความรับผิดของกฎหมายไม่น้อยกว่า 1,500,000.-บาท (หนึ่งล้านห้าแสนบาท) ต่อครั้ง
- 9.3 การประกันภัยอุบัติเหตุส่วนบุคคลต่อชีวิตเจ้าหน้าที่ หรือผู้แทนของผู้ว่าจ้างและบริษัทที่ปรึกษาควบคุมงาน บริษัทผู้ออกแบบ ซึ่งมีหน้าที่ต้องปฏิบัติงาน ณ บริเวณสถานที่ก่อสร้าง ซึ่งผู้ว่าจ้างมีสิทธิขอเปลี่ยนแปลงตัวบุคคลดังกล่าวได้ตลอดเวลา โดยแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรให้ผู้รับจ้างและผู้รับประกันทราบ
- เงินเอาประกันสำหรับการสูญเสีย หรือสูญเสียอวัยวะหรือเสียชีวิตหรือทุพพลภาพถาวรในวงเงิน1,000,000 บาท (หนึ่งล้านบาทถ้วน) ต่อคน ต่อครั้ง

- เงินเอาประกันสำหรับค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นในการรักษาพยาบาลในวงเงิน 100,000.- บาท(หนึ่งแสนบาทถ้วน) ต่อคน ต่อครั้ง
- มีผลคุ้มครองตั้งแต่เริ่มปฏิบัติหน้าที่จนงานแล้วเสร็จสมบูรณ์ โดยการประกันภัยดังกล่าวข้างต้นผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ชำระเบี้ยประกัน ค่าภาษี และอากรแสตมป์สำหรับการประกันภัยนี้ รวมทั้งค่าเสียหายส่วนแรก (Deductible) รวมทั้งค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งสิ้น การที่ผู้รับจ้างได้ทำประกันภัยดังกล่าวทั้งหมดไม่เป็นผลให้ผู้รับจ้างพ้นจากความผิดชอบใด ๆ ตามสัญญา

9.4 หากทางผู้รับจ้างไม่ดำเนินการจัดทำกรรมธรรม์ประกันภัยตามที่กล่าวมาข้างต้น หากเกิดเหตุกับเจ้าหน้าที่ หรือผู้แทนของผู้ว่าจ้าง และบริษัทที่ปรึกษาควบคุมงาน บริษัทผู้ออกแบบ ซึ่งมีหน้าที่ต้องปฏิบัติงาน ณ บริเวณสถานที่ก่อสร้างทางผู้ว่าจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นแต่เพียงผู้เดียว

10. การรายงานอุบัติเหตุ

เมื่อมีอุบัติเหตุใดๆเกิดขึ้นในบริเวณก่อสร้าง ไม่ว่าเหตุนั้นๆ จะมีผลกระทบต่องานก่อสร้างหรือไม่ก็ตาม ให้ตัวแทนผู้ว่าจ้างรีบรายงานเหตุที่เกิดขึ้นๆ ให้ผู้ควบคุมงานทราบในทันที แล้วทำรายงานเป็นลายลักษณ์อักษรระบุรายละเอียดเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น การแก้ไขเหตุการณ์นั้นๆ และการป้องกันไม่ให้เกิดขึ้นอีก

มาตรฐานอ้างอิง REFERENCE STANDARDS

1. การเทียบเท่าวัสดุ อุปกรณ์

1.1 การขอเทียบเท่าวัสดุ

ผู้รับจ้างมีสิทธิขอเทียบเท่าวัสดุเพื่ออนุมัติเลือกใช้วัสดุที่มีชื่อแตกต่างจากที่ระบุไว้ในแบบรูปหรือรายละเอียดประกอบแบบได้ในหลักคุณภาพเท่ากันหรือดีกว่าและราคาเท่ากันหรือแพงกว่าผู้รับจ้างจะขอเทียบเท่าได้ในกรณีดังนี้

- วัสดุในท้องตลาดมีไม่พอ หรือขาดตลาดหรือบริษัทผู้ผลิตเลิกผลิตหรือผลิตไม่ทันทั้งนี้ผู้รับจ้างขอสงวนสิทธิในการอนุมัติวัสดุรายการเทียบเท่า
- มีระบุในรายละเอียดประกอบแบบว่า “หรือคุณภาพเทียบเท่า” หรือ “หรือเทียบเท่า” การจัดส่งตัวอย่าง

1.2 ขอเทียบเท่า

- ผู้รับจ้างต้องจัดส่งรายละเอียดวัสดุ อุปกรณ์ เพื่อขออนุมัติตัวอย่างต่อผู้ว่าจ้างให้ครบถ้วน โดยแสดงคุณสมบัติการเทียบเท่าทั้งด้านคุณภาพ , ราคา, และแหล่งที่ผลิต
- ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่ง Catalog พร้อมทั้งรายการละเอียดรับรองคุณภาพหลักฐานจากหน่วยงานตรวจสอบที่ได้รับอนุมัติ
- หากจำเป็นผู้รับจ้างจะต้องอำนวยความสะดวกต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างหรือสถาปนิก/ วิศวกรหรือผู้ควบคุมงานในการตรวจสอบโรงงานผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ขอเทียบเท่าโดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้าง

2. สถาบันมาตรฐาน

มาตรฐานทั่วไปที่ระบุในแบบก่อสร้าง และรายการก่อสร้าง เพื่อใช้อ้างอิง หรือเปรียบเทียบคุณภาพหรือทดสอบวัสดุ – อุปกรณ์ ก่อสร้าง ตลอดจนกรรมวิธีการปฏิบัติ วิธีการติดตั้งวัสดุ-อุปกรณ์ สำหรับงานตามสัญญาในโครงการนี้ ให้ถือปฏิบัติตามมาตรฐานของสถาบันดังต่อไปนี้

- มอก. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
- วสท. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์
- ASTM American Society for Testing and materials
- BS British Standard
- ACI American Concrete Institute
- AASHTO American Association of State Highway Transportation Officials
- AWS American Welding Society
- JIS Japanese Industrial Standard
- AISC American Institute of Steel Construction
- ANSI American National Standards Institute
- DIN Deutsches Institute für Normung
- IEC International Electrotechnical Commission
- NEC National Fire Protection Association
- NEMA National Electrical Manufacturers Association
- UL Underwriter Laboratories Inc.
- VDE Verband Der Elektrotechnik , Elektronik UND Informationstechnik
- มาตรฐานอื่น ๆ ที่ระบุไว้ในรายการก่อสร้าง หรือในแบบก่อสร้าง

3. สถาบันตรวจสอบ

ในกรณีที่ต้องทดสอบคุณภาพวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในงานก่อสร้างตามสัญญานี้ อนุมัติให้ทดสอบในสถาบันดังนี้

- คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (CU)
- คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (KU)
- สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT)
- กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงอุตสาหกรรม
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (KMUTT)
- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (KMITL)
- สถาบันอื่น ๆ ที่ผู้ควบคุมงานรับรอง

การควบคุมคุณภาพ QUALITY CONTROL

1. การทำงานล่วงเวลาและสวัสดิการในการทำงาน

1.1 การทำงานนอกเวลาทำการปกติ (Overtime)

เวลาทำงานที่ถือว่าเป็นเวลาออกเหนือจากเวลาทำงานปกติหมายถึงเวลาทำงานที่เกินกว่า 8 ชั่วโมง ในหนึ่งวัน หรือเวลาทำงานก่อน 6 นาฬิกา หรือหลังเวลา 18 นาฬิกา รวมทั้งเวลาทำงานในวันอาทิตย์ และวันหยุดทำงานในวันนักขัตฤกษ์ หรือ วันที่ราชการกำหนดการที่ผู้รับจ้างทำงานก่อสร้างในเวลาออกเหนือจากเวลาทำงานปกติถือเป็นการทำงานล่วงเวลา การที่ผู้รับจ้างจะทำงานล่วงเวลานี้จะเป็นด้วยเหตุใด ๆ ก็ตาม ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบล่วงหน้าและขออนุญาตทำงานตามแบบขออนุญาตทำงานล่วงเวลาและผู้รับจ้างจะเรียกร้องค่าใช้จ่ายใด ๆ เพื่อการทำงานล่วงเวลาจากเจ้าของโครงการเพิ่มเติมไม่ได้

1.2 การขออนุญาตทำงานล่วงเวลา (The Approval of Overtime)

ในการพิจารณาคำขออนุญาตทำงานล่วงเวลาของผู้รับจ้างผู้ควบคุมงานจะอนุญาตให้ในกรณีที่เป็นงานที่ลักษณะเฉพาะของงานนั่นเอง ไม่สัมพันธ์กับงานส่วนอื่น ๆ และมีความจำเป็นจริง ๆ เท่านั้น

1.3 ความรับผิดชอบในค่าใช้จ่ายในการควบคุมงาน (Fee of Inspection)

ในกรณีที่ผู้ควบคุมงาน เห็นว่าการทำงานล่วงเวลาของผู้รับจ้าง ต้องมีผู้ควบคุมงานอยู่ตรวจสอบและควบคุมงานนั้นด้วย ให้ผู้รับจ้างเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายในการอยู่ควบคุมงานล่วงเวลาดังกล่าว

1.4 เงินค่าสวัสดิการแรงงานตามกฎหมายแรงงาน (Welfare Fee)

ให้ถือว่าผู้รับจ้างได้คิดเผื่อไว้แล้ว สำหรับค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการจัดให้มีเงินสะสมทดแทน เงินที่ต้องเก็บเป็นกองทุนต่าง ๆ ในสวัสดิการแรงงาน หรือตามที่กฎหมายกำหนด รวมทั้งค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นที่เกิดจากการจัดให้มีสวัสดิการแรงงานสวัสดิการแรงงาน ตามกฎหมายบังคับ และ/หรือ จะมีขึ้นใช้บังคับในระหว่างระยะเวลาก่อสร้างอาคาร

1.5 กิจกรรมตามประเพณี ความเชื่อ และการหยุดงานในวันนักขัตฤกษ์ (Religious Rites)

ผู้รับจ้างต้องคิดเผื่อไว้แล้วสำหรับกิจกรรมใด ๆ ที่เกี่ยวข้องกับศรัทธาความเชื่อตามประเพณีนิยม และ/หรือพิธีการใด ๆ ทางศาสนา รวมทั้งการคิดเผื่อไว้แล้วสำหรับวันหยุดงานทางศาสนา วันหยุดงานในวันนักขัตฤกษ์ หรือตามที่ราชการกำหนด และให้ถือว่าผู้รับจ้างได้คิดเผื่อไว้แล้วสำหรับการจัดการงานก่อสร้างอาคาร โดยมีให้ชัดกับกิจกรรมนั้น ๆ และ/หรือวันหยุดงานดังกล่าว รวมถึงไม่กระทบกับการดำเนินงานก่อสร้างโครงการด้วย

1.6 ค่าจ้างรางวัลพิเศษ (Bonus)

ให้ถือว่าผู้รับจ้างได้คิดค่าใช้จ่ายเผื่อไว้แล้วในจำนวนเงินตามสัญญา สำหรับการจ่ายค่าจ้างรางวัลพิเศษต่าง ๆ ค่าล่วงเวลา ค่าโบนัส และ/หรือเงินรางวัลใด ๆ ที่ต้องจ่ายให้แก่พนักงานคนงานทุกประเภท รวมทั้งค่าใช้จ่ายใด ๆ ในการจ้างคนงานพนักงานในการทำงานก่อสร้างอาคาร โดยใช้วิธีให้ค่าจ้างรางวัลตามผลงานที่ทำได้

2. พิกัด ระยะ

2.1 ระยะที่ปรากฏในแบบก่อสร้าง

ระยะสำหรับการก่อสร้างในสนามให้ถือตัวเลขที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างเป็นสำคัญ การใช้ระยะที่วัดจากแบบโดยตรง อาจทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้ หากมีข้อสงสัยในเรื่องระยะให้สอบถามผู้คุมงานและผู้ออกแบบ เพื่อพิจารณาดัดสินก่อนที่จะดำเนินการในส่วนนั้น ๆ

- 2.2 พิกัด
- ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเครื่องมือ อุปกรณ์ ที่จำเป็น และเหมาะสม รวมทั้งช่างผู้ชำนาญการวางแผนและระดับมาประจำที่หน่วยงานตลอดเวลา ตั้งแต่เริ่มต้นจนงานแล้วเสร็จทั้งนี้ ในระหว่างการทำงานผู้รับจ้างจะต้องสำรวจตรวจสอบพิกัดและระยะให้ถูกต้องตามแบบอยู่เสมอ และเมื่อผู้ควบคุมงานเห็นว่าจำเป็น
- 2.3 การแจ้งระยะในการทำงานร่วมกัน
- ในงานก่อสร้างที่ต้องมีงานของผู้รับจ้างช่วงของผู้รับจ้าง หรือผู้รับจ้างที่จัดทำก่อนจะเริ่มงานดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีการตรวจสอบระยะต่าง ๆ ในบริเวณที่ก่อสร้างร่วมกันจนเป็นที่ทราบ และเข้าใจดีเสียก่อน ในกรณีนี้ให้ถือว่าผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบในการให้ระยะต่าง ๆ ที่เป็นจริงแก่ผู้รับจ้างช่วงดังกล่าว ไม่ว่าจะมิตัวเลขแสดงระยะนั้น ๆ ในแบบก่อสร้างหรือไม่ก็ตาม
3. ความคลาดเคลื่อน บกพร่อง ขัดแย้งและความผิดพลาดระหว่างแบบก่อสร้าง รายการก่อสร้างและเอกสารสัญญา (Discrepancies Between Drawings and Specification)
- 3.1 การพิจารณา และอนุมัติของผู้คุมงาน (Consideration and Approval)
- ในกรณีที่เกิดมีความคลาดเคลื่อน ความขาดตกบกพร่อง หรือความขัดแย้ง หรือความผิดพลาดหรือไม่ชัดเจนในแบบก่อสร้าง รายการก่อสร้าง และเอกสารสัญญา ผู้รับจ้างจะต้องรีบแจ้งผู้ควบคุมงานและผู้ออกแบบ เพื่อคำวินิจฉัยทันที โดยผู้คุมงานจะถือเอาส่วนที่ดีกว่าเป็นเกณฑ์ความถูกต้องในวิชาชีพ และความเหมาะสมทุกครั้ง และงานในส่วนที่มีปัญหาผู้รับจ้างจะต้องหยุดดำเนินการไว้ก่อน จนกว่าผู้ควบคุมงานและผู้ออกแบบจะมีการอนุมัติและสั่งการอย่างใดอย่างหนึ่ง หากผู้รับจ้างไม่ปฏิบัติตามนี้และเกิดข้อผิดพลาดหรือค่าใช้จ่ายใด ๆ ขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบแก้ไขข้อผิดพลาดนั้น ๆ ให้ถูกต้องตามคำสั่งของผู้ควบคุมงานและผู้ออกแบบ โดยจะคิดค่าใช้จ่ายหรือใช้ต่อรองเรื่องระยะเวลาเพิ่มเติมมิได้
- 3.2 หากผู้รับจ้างเสนอขอคำวินิจฉัย (Specified Methods of Contractor)
- เกี่ยวกับเรื่องแบบ และรายการก่อสร้าง โดยไม่แจ้งรายละเอียดของข้อขัดแย้งระหว่างแบบและรายการให้ผู้ควบคุมงานและผู้ออกแบบทราบว่ามีส่วนใดบ้าง คำวินิจฉัยของผู้ควบคุมงานและผู้ออกแบบอาจจะเปลี่ยนแปลงใหม่ได้ตามความเหมาะสมและผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไข โดยจะคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มและขอต่อสัญญาไม่ได้
4. ตารางหน้าที่ในการประสานงานระหว่างผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารกับผู้รับจ้างที่ผู้ว่าจ้างจัดหาโดยตรง

ตารางหน้าที่ในการประสานงาน
ระหว่างผู้รับเหมาก่อสร้างอาคารผู้รับเหมาโดยตรง

ลำดับ	การประสานงาน		หมายเหตุ
	ผู้รับเหมาหลัก	ผู้รับเหมาช่วง	
1.	อนุญาตให้ผู้รับเหมาโดยตรงอื่น ๆ ที่ผู้ว่าจ้างโดยตรงมีสิทธิใช้นั้นร้านที่ติดตั้งไว้ใช้งาน ของงานอยู่แล้ว	ติดตั้งอุปกรณ์ของตนตามขั้นตอน ตามกำหนดเวลาและเสร็จทันเวลารื้อถอนนั่งร้าน	
2.	อนุญาตให้เจ้าหน้าที่ คณงาน และช่างของผู้รับเหมาโดยตรงต่าง ๆ ใช้สิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับบุคคลในการก่อสร้าง เช่น ห้องน้ำ ฯลฯ	ใช้สิ่งอำนวยความสะดวกที่จัดไว้ โดยปฏิบัติตามระเบียบของหน่วยงาน	

3.	จัดสรรสถานที่ในบริเวณก่อสร้าง สำหรับก่อสร้างที่เก็บของ เก็บวัสดุก่อสร้าง	เก็บวัสดุ ในบริเวณตามที่ผู้รับเหมาก่อสร้างอาคารจัดไว้	
4.	อนุญาตให้ผู้รับเหมาโดยตรงใช้เครื่องจักร อุปกรณ์ที่ได้เพื่อการก่อสร้างของผู้รับเหมาก่อสร้างอาคารที่มีอยู่แล้วได้ เช่น Tower crane Passenger Lift , Material Lift เป็นต้น โดยจัดระเบียบการใช้และคิดค่าใช้จ่ายที่เป็นธรรม	ใช้เครื่องจักร อุปกรณ์ ตามระเบียบที่จัดไว้และชำระค่าใช้จ่ายตามจริง	
5.	จัดหาไฟฟ้าและน้ำ ที่ใช้สำหรับงานก่อสร้างของ ตนเองและผู้รับเหมาช่วง และเป็นผู้ชำระค่าไฟฟ้าและน้ำ ตลอดระยะเวลาการก่อสร้าง - จัดหม้อแปลงชั่วคราวและจัดการเดินสายเมน ให้สอดคล้องกัน - เดินสายชั่วคราวภายในอาคาร โดยติดตั้ง Breaker ไว้ทุก ๆ ชั้น - จัดหา Main ประปา - การเดินท่อน้ำใช้ทุกชั้น ขนาดไม่เล็กกว่า 1" ทุกๆชั้น ชั้นละ 1 จุด	ต่อท่อหรือสายไฟ ต่อจากที่จัดไว้ ด้วย ค่าใช้จ่าย ของตนเอง และชำระค่าน้ำและค่ากระแสไฟ	
6.	จัดสถานที่ทิ้งขยะชั่วคราว และขนย้ายกำจัดขยะออกจากหน่วยงานทั้งหมด จัดการดูแลรักษาสถานที่ก่อสร้างให้สะอาด	จัดการขยะในบริเวณที่ผู้รับเหมาหลักจัดไว้ให้ ด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย	
7.	ให้ข้อมูลเกี่ยวกับระดับ แนวอ้างอิงของส่วน ต่างๆ ของอาคาร ให้กับผู้รับเหมาช่วง ทุกชั้น ของอาคารตามความจำเป็นและรับผิดชอบ เรื่องความถูกต้อง	ให้และรับข้อมูล เพื่อการประสานงานซึ่งกัน และ กัน ถ้ายกระดับและแนวจากจุดอ้างอิงไปใช้ รับผิดชอบความถูกต้องของตนเอง	

ลำดับ	การประสานงาน		หมายเหตุ
	ผู้รับเหมาหลัก	ผู้รับเหมาช่วง	
8.	จัดสรรหรือกำหนดสถานที่ทำการชั่วคราว ในสถานที่ก่อสร้าง ให้กับผู้รับเหมาช่วง	สร้างที่ทำการชั่วคราวของตนเอง ตามที่จัดสรรไว้เท่านั้น	
9.	วางแผนแม่บทเพื่อประสานงานกับผู้รับเหมาช่วงต่าง ๆ จัดการให้มีการทำงานตามขั้นตอนการทำงานแต่ละประเภท รวมถึง Working Drawing หรือ combined shop drawing เพื่อการประสานงาน	วางแผนงานของตนเอง ไว้ให้สอดคล้องกับแผนแม่บท ในกรณีที่แผนแม่บทเปลี่ยนแปลงโดยให้เหตุ ต้องปรับปรุงแผนการทำงานตาม	
10.	หาข้อมูลจากผู้รับเหมาต่างๆเกี่ยวกับขนาด ระดับ ตำแหน่ง ช่องเปิดและ Sleeve ต่างๆที่ต้องจัดเตรียมไว้ในการทำแบบหล่อคอนกรีต รวมทั้งจัดหาและเสริมเหล็กในโครงสร้างที่จำเป็นและจัดเว้นช่องไว้ให้ด้วย เพื่อให้ผู้รับเหมาช่วงติดตั้งสิ่งเหล่านี้	ติดตั้ง Opening & Sleeve ให้เป็นไปตามขั้นตอนและเวลาการทำงาน และตำแหน่ง	
11.	ปิดผิวงานในกรณีที่ต้องปิดผิวงานสำหรับงานในข้อ 10 โดยจัดให้ผู้รับเหมาทุกฝ่ายทำงานตามขั้นตอน โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายจากผู้รับเหมาช่วง นอกจากผู้รับเหมาช่วงไม่ทำงานตามขั้นตอนที่วางไว้	ติดตั้งอุปกรณ์ตามขั้นตอน โดยไม่มีผลเสียหากงานของผู้รับเหมาหลัก และผู้รับเหมาอื่น ๆ หากเกิดความเสียหายจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่าย	
12.	ประสานงานและติดตามการก่อสร้างแท่นฐานเครื่องจักรต่างๆ ของผู้รับเหมาช่วง	ให้ข้อมูลประสานงานทำ Shop Drawing และทำการก่อสร้างแท่นฐานเครื่องจักรต่างๆ ให้ทันตามขั้นตอนการทำงานต่างๆ	
13.	หาข้อมูลเกี่ยวกับขนาด ระดับ ตำแหน่งของอุปกรณ์ที่ต้องฝังต่างๆ ของผู้รับเหมาช่วงและจัดประสานงานให้ผู้รับเหมาช่วงได้ฝังอุปกรณ์เหล่านั้นให้เป็นไปตามขั้นตอนของการทำงาน	ติดตั้งอุปกรณ์ฝังในคอนกรีตให้ทันตามขั้นตอนและเวลาที่กำหนด	
14.	จัดประสานงานในเรื่องการลำเลียงอุปกรณ์ลำเลียงของผู้รับเหมาช่วง ไปยังที่ติดตั้งหรือที่เก็บมิให้เป็นผลเสียต่อการก่อสร้าง	ลำเลียงอุปกรณ์เข้าติดตั้งตามเส้นลำเลียงตามขั้นตอนและเวลาที่กำหนด	
15.	จัดมาตรการรักษาความปลอดภัยต่ออุปกรณ์ของผู้รับเหมาต่างๆ รวมทั้งอุปกรณ์ที่จัดหาโดยเจ้าของโครงการที่นำมายังหน่วยงานแล้ว มิให้อุปกรณ์เหล่านั้นเสียหาย เนื่องจากการก่อสร้าง	จัดมาตรการรักษาความปลอดภัยสำหรับอุปกรณ์ของตนเองที่ติดตั้งแล้ว	
16.	จัดระบบและระเบียบการรักษาความปลอดภัยในสถานที่ก่อสร้าง	ปฏิบัติตามระบบและระเบียบที่วางไว้ และร่วมรับผิดชอบค่าใช้จ่าย	

ลำดับ	การประสาน		หมายเหตุ
	ผู้รับเหมาหลัก	ผู้รับเหมาช่วง	
17.	เรื่องการประกันภัยร่วมกัน ในกรณีผู้ว่าจ้างไม่ได้ทำประกันให้ หรือจัดทำประกันภัยเพิ่มเติมจากที่ผู้ว่าจ้างทำไว้แล้ว	ร่วมประสานงานในการจัดทำประกันภัยร่วมกัน	
18.	จัดสิ่งอำนวยความสะดวก ในกรณีที่ผู้รับเหมาช่วงต่าง ๆ ต้องทำงานล่วงเวลา	ใช้สิ่งอำนวยความสะดวกในช่วงเวลาตามระเบียบที่กำหนด	
19.	จัดประชุมประสานงานระหว่างผู้รับเหมาต่างๆ	ร่วมประชุมประสานงาน	

5. การประสานงานกันระหว่างผู้รับจ้างกับผู้รับจ้างช่วงที่กำหนด ผู้จัดหาที่กำหนด และผู้รับจ้างรายอื่น ๆ ที่เจ้าของโครงการได้จ้างโดยตรง (Liaison with Nominated Sub-Contractors etc.)
 - 5.1 การให้ความสะดวกแก่ผู้รับจ้างช่วงในการทำงาน (Facility in Works)
 ผู้รับจ้างต้องคิดเผื่อไว้แล้ว ในการอำนวยความสะดวกต่าง ๆ แก่การทำงานของผู้รับจ้างช่วงที่กำหนดผู้จัดหาที่กำหนด รวมทั้งผู้รับจ้างรายอื่น ๆ ที่เจ้าของโครงการได้จ้างโดยตรง เพื่อให้งานก่อสร้างอาคารนี้มีความสมบูรณ์ใช้งานได้ดี ผู้รับจ้างต้องอนุญาตให้ใช้สิ่งต่าง ๆ ในการทำงาน เช่น นักร้านที่ผู้รับจ้างมีอยู่บันได รอกส่งของ ฯลฯ และต้องประสานงานไม่ให้เกิดการติดขัดในการใช้งานดังกล่าว
 - 5.2 การดูแลรักษาทรัพย์สินของแต่ละฝ่าย (Assets Keeping)
 ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีการดูแลทรัพย์สิน โดยทั่ว ๆ ไปในบริเวณก่อสร้าง โดยที่ผู้รับจ้างช่วงที่กำหนดผู้จัดหาที่กำหนดและผู้รับจ้างรายอื่น ๆ ที่เจ้าของโครงการได้จ้างโดยตรงแต่ละรายต้องเป็นผู้รับผิดชอบจัดให้มีการเฝ้าระวังรักษาสสิ่งของเครื่องมือเครื่องใช้ตลอดจนวัสดุอุปกรณ์ทั้งหลายของตนเองในบริเวณก่อสร้าง
 - 5.3 การให้ข้อมูลสำหรับงานก่อสร้าง (Working Data)
 ผู้รับจ้างต้องรับรู้ข้อมูลความต้องการต่าง ๆ ในงานก่อสร้างอาคารที่เกี่ยวข้องกับงานของ ผู้รับจ้างช่วงที่กำหนด ผู้จัดหาที่กำหนดและผู้รับจ้างรายอื่น ๆ ที่เจ้าของโครงการได้จ้างโดยตรงเพื่อให้ทราบความต้องการต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับตำแหน่งและขนาดช่องเปิดในงานคอนกรีตที่ต้องเว้นเผื่อไว้ล่วงหน้า เสาหรือแท่นคอนกรีตระดับพื้น และความลาดเอียง ฯลฯ และผู้รับจ้างต้องให้ขนาดระยะต่าง ๆ ที่เป็นจริงแก่ผู้รับจ้างช่วงที่กำหนด ผู้จัดหาที่กำหนด และผู้รับจ้างรายอื่น ๆ ที่เจ้าของโครงการได้จ้างโดยตรง เพื่อให้สามารถทำงานให้เสร็จสมบูรณ์ สอดคล้องกันไปได้ดี การแก้ไขเปลี่ยนแปลงใด ๆ ที่เกิดจากความบกพร่องของผู้รับจ้างที่ไม่ให้ข้อมูลที่ถูกต้องที่กล่าวข้างต้น ให้ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบผู้เดียว
 - 5.4 การติดต่อประสานงานก่อสร้าง
 ผู้รับจ้างต้องทำให้แน่ใจว่า งานก่อสร้างของผู้รับจ้างช่วงที่กำหนด ผู้จัดหาที่กำหนดและผู้รับจ้างอื่น ๆ ที่เจ้าของโครงการได้จ้างโดยตรง ไม่เป็นเหตุขัดขวางงานก่อสร้างอาคารให้ล่าช้า ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบ และจัดให้มีการประสานงานติดต่อระหว่างผู้รับจ้างกับผู้รับจ้างช่วงที่กำหนด และ/หรือผู้รับจ้างอื่น ๆ นั้น โดยจัดให้มีแผนงานแสดงขั้นตอนต่าง ๆ ที่วางไว้ เพื่อให้สอดคล้อง และเป็นไปด้วยดีซึ่งกันและกัน ผู้รับจ้างต้องวางแผนการก่อสร้างทุกระบบอย่างละเอียดถี่ถ้วนและสอดคล้องกันเป็นอย่างดีเพื่อให้งานก่อสร้างเสร็จทันกำหนดเวลาตามสัญญา

6. การประสานงานในด้านออกแบบ ออกแบบตกแต่ง และการกำหนดวัสดุ
 - 6.1 การประสานงานในด้านมัณฑนากร
 - ในพื้นที่ภายในบางส่วนของอาคาร เช่น พื้นผิว ฝ้าเพดานและทางเข้า - ออก ได้มีการกำหนดไว้ในแบบก่อสร้างให้ทำการตกแต่งในภายหลังโดยกำหนดให้ทำการเตรียมผิวไว้ผู้รับจ้างจะต้องการเตรียมผิวตามที่ระบุไว้ และต้องประสานงานกับสถาปนิกหรือมัณฑนากรเพื่อให้ได้งานเตรียมการที่ถูกต้องตามความประสงค์
 - ผู้รับจ้างต้องให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกแก่ผู้รับจ้างงานตกแต่งทั้งตำแหน่งและระดับ
 - 6.2 การกำหนดสีวัสดุ
 วัสดุที่กำหนดสำหรับปูผิวพื้น ผนัง และฝ้าเพดาน แต่ไม่ได้กำหนดรายละเอียดชนิดของผิวและสีของวัสดุ ผู้รับจ้างต้องแจ้งต่อสถาปนิก เพื่อขอทราบรายละเอียดของสี และชนิดของผิววัสดุดังกล่าว โดยถือว่าเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่จะต้องกะเกณฑ์และเผื่อเวลาให้ถูกต้อง ในการใช้งานของวัสดุแต่ละประเภท นอกจากเหตุผลวิสัย หากเกิดความล่าช้า ในการกำหนดดังกล่าวผู้รับจ้างจะถือเป็นเหตุขอต่ออายุสัญญาหรือคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมไม่ได้
7. การประสานงานระหว่างผู้รับจ้าง ผู้ควบคุมงาน สถาปนิก เจ้าของโครงการ
(Assistance to The Architect and Inspector)
 - 7.1 การให้ความร่วมมือช่วยเหลือผู้ควบคุมงาน และสถาปนิก (Assistance to The Architect and Inspector)
 ผู้รับจ้างต้องให้ความร่วมมือช่วยเหลือผู้ควบคุมงานหรือสถาปนิกในการทำงานตรวจสอบวัดเทียบ จัดทำตัวอย่าง ทำการทดลองวัสดุ ฯลฯ ในการก่อสร้างอาคาร และ/ หรือในงานใด ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานตามสัญญา ทั้งนี้ ถือว่าผู้รับจ้างได้คิดเผื่อไว้แล้วในเรื่องนี้ตลอดระยะเวลาก่อสร้าง และให้ความสะดวก รวมถึงค่าใช้จ่าย และเวลา ทั้งหลายในการจัดให้มีคนงาน พนักงาน ช่าง ตลอดจน เครื่องมือ เครื่องใช้ การประสานงาน ตลอดจนการทำงาน
 - 7.2 การประชุมในระหว่างการก่อสร้างอาคาร (Site Meeting)
 - ผู้รับจ้างต้องเข้าร่วมประชุมที่ผู้ควบคุมงานได้จัดให้มีขึ้นเป็นประจำ ในระหว่างการก่อสร้าง และผู้รับจ้างต้องให้ผู้จัดการงานก่อสร้างอาคาร วิศวกรหรือผู้รับผิดชอบในงานก่อสร้างของตนเข้าร่วมประชุมด้วยการประชุมดังกล่าวให้ผู้ควบคุมงานเป็นประธานในที่ประชุม และผู้รับจ้างต้องผูกพันตนกับข้อตกลงที่มีขึ้นในระหว่างการประชุมนั้น ตามที่บันทึกการประชุมซึ่งจะเสนอให้ผู้รับจ้างรับรองในคราวประชุมครั้งถัดไป
 - ในกรณีทั่ว ๆ ไปให้ถือว่าจะต้องมีการประชุมในระหว่างการก่อสร้างอย่างน้อยเดือนละหนึ่งครั้งผู้ควบคุมงานอาจจะเรียกประชุมนอกเหนือจากที่กำหนดตามสถานการณ์และความจำเป็น
 - ผู้รับจ้างอาจขอให้ผู้ควบคุมงานแก้ไขบันทึกการประชุมที่กล่าวข้างต้นได้ และให้มีการบันทึกข้อโต้แย้งดังกล่าวไว้ในการประชุมครั้งถัดไป
 - 7.3 การติดต่อสื่อสาร
 เพื่อให้เจ้าของโครงการสามารถติดตามรายละเอียดการประสานงานในการดำเนินการก่อสร้างอาคารระหว่างผู้รับจ้างกับผู้ควบคุมงานหรือสถาปนิกได้ตลอดเวลา ให้ผู้รับจ้างส่งสำเนานัดบันทึกและสำเนาหนังสือที่ผู้รับจ้าง ส่งให้ผู้ควบคุมงานให้เจ้าของโครงการอีกต่างหาก จำนวน 2 ฉบับ ในเวลาเดียวกันกับผู้รับจ้างส่งบันทึก และ/หรือ หนังสืออื่น ๆ ให้ผู้ควบคุมงาน โดยผู้ควบคุมงานจะประสานแจ้งสรุปต่อผู้ออกแบบทุกครั้ง
8. การเลือกวิธีทำงานก่อสร้างและการทำ Shop Drawing AS-Built Drawings
 - 8.1 การเลือกวิธีทำงานก่อสร้าง (Methods of Construction)
 ผู้รับจ้างอาจเสนอกรรมวิธีการทำงาน และรายละเอียดขั้นตอนการทำงานก่อสร้างแต่ละส่วนตามที่ตนมีความชำนาญหรือมีประสบการณ์เฉพาะงานนั้น ๆ ข้อเสนอของผู้รับจ้างผู้ควบคุมงานจะรับไว้พิจารณา และในกรณีที่ผู้ควบคุมงานเห็นว่ากรรมวิธีและรายละเอียดขั้นตอนที่ผู้รับจ้างเสนอนั้น จะเป็นผลดีถูกต้อง และได้ผลงานสมความมุ่งหมายที่

ออกแบบ และถูกต้องตามข้อกำหนดในสัญญา ผู้คุมงานก็จะอนุญาตให้ใช้กรรมวิธีและรายละเอียดขั้นตอนนั้นๆ โดยถือเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างและไม่มีการคิดราคาหรือเวลาเพิ่มเติมใด ๆ ในการนี้

8.2 แบบรายละเอียดแสดงการทำงานของร้าน (Shop Drawing)

ผู้รับจ้างต้องทำแบบรายละเอียดในการทำงานของผู้รับจ้าง (SHOP DRAWINGS) แสดงกรรมวิธีในการดำเนินการและคำนวณรายละเอียดต่าง ๆ (Detail Calculations) ตามที่กำหนดหรือตามคำสั่งของผู้ควบคุมงานและส่งให้ผู้ควบคุมงานจำนวน 2 ชุด สำหรับตรวจสอบและให้ความเห็นชอบผู้รับจ้างต้องจัดทำสำเนาแบบรายละเอียดในการทำงานของผู้รับจ้าง (Shop Drawing) ที่ได้รับอนุมัติแล้วแจกจ่ายให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องไว้ใช้ทำงานก่อสร้างอาคารด้วย

8.3 แบบรายละเอียดงานที่ทำจริง (AS - Built Drawings)

ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบรายละเอียดงานที่ทำจริง (AS-Built Drawings) เมื่อได้ทำงานตามแบบรายละเอียดที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานในการแก้ไขรายละเอียดตามข้อเท็จจริงในบริเวณก่อสร้าง แล้วส่งให้ผู้ควบคุมงานเพื่อพิจารณาตรวจสอบก่อนการออกไปรับรองการแก้ไขข้อบกพร่อง (Certificate of Making Good Defects) ต้นฉบับ แบบรายละเอียดงานที่ทำจริง (The Originals of The AS - Built Drawings) ให้ตกเป็นของเจ้าของโครงการ

9. แผนการปฏิบัติงาน และวิธีการทำงาน การติดต่อประสานงาน

(Work Schedule/method of Construction/CO – Ordination)

9.1 รูปแบบ (Form of Program me)

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแผนการปฏิบัติงานในรูปแบบ C.P.M. (Critical Path Method) หรือตารางดำเนินงาน (Work Schedule) แสดงระยะเวลา และลำดับการดำเนินงานในแต่ละประเภทของงาน ขณะเดียวกันต้องแสดงการปฏิบัติงานร่วมและประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่น ๆ แผนการปฏิบัติงานประกอบด้วย รายละเอียด ดังนี้

- แผนกำหนดวันเริ่มทำงาน และวันสิ้นสุดงานของแต่ละส่วนของการก่อสร้างอาคารโดยละเอียด
- แผนกำหนดวันสั่งซื้อ และนำเข้าบริเวณก่อสร้างของวัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์ทุกชนิดที่จำเป็นในการก่อสร้างอาคารโดยละเอียด
- แผนกำหนดจำนวนชั่วโมงการทำงาน (Man-Hours) ของพนักงาน คนงานของผู้รับจ้างโดยละเอียด
- แผนกำหนดวัสดุสิ่งของถึงสถานที่ก่อสร้างสำหรับผู้รับจ้างช่วงที่กำหนดและของผู้จัดหาที่กำหนด

9.2 การรวบรวมข้อมูลเพื่อวางแผนงาน (Data Collection)

ในการจัดทำแผนการปฏิบัติงาน ให้ผู้รับจ้างเป็นผู้รวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต่างๆจากผู้รับจ้างช่วงที่กำหนดและผู้รับจ้างอื่น ๆ เพื่อวางแผนงานให้รัดกุมที่สุด และในกรณีที่จำเป็นผู้ควบคุมงานอาจออกคำสั่งให้ผู้รับจ้างปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแผนการปฏิบัติงานให้เหมาะสม และมีประสิทธิภาพเพื่อความก้าวหน้าของงาน

9.3 การยื่นเสนอต่อผู้คุมงาน (Approval)

การจัดทำแผนการปฏิบัติงานจะต้องทำเสนอต่อผู้คุมงาน และเจ้าของโครงการภายใน 20 วัน นับแต่วันที่เซ็นสัญญาจ้างเหมาก่อสร้างอาคาร พร้อมทั้งให้คำชี้แจงรายละเอียดแก่ผู้คุมงาน เพื่อขอรับความเห็นชอบ ทั้งนี้ ผู้จัดการโครงการของผู้รับจ้างจะต้องเซ็นชื่อรับรองแผนการปฏิบัติงานนี้ และการที่ผู้ควบคุมงานได้ให้ความเห็นชอบในแผนโครงการนั้นก็ดี หรือการให้รายละเอียดดังกล่าวข้างต้นก็ดี ไม่ถือว่าผู้รับจ้างได้พ้นจากความรับผิดชอบแต่อย่างใด

9.4 การจัดการในหน่วยงานก่อสร้าง (Site Management)

การผู้รับจ้างจะต้องทำแผนผังแสดงการปฏิบัติงานไว้ในหน่วยงานก่อสร้างและผู้รับจ้างจะต้องบันทึกการทำงานที่เป็นจริงเปรียบเทียบกับงานที่ได้วางไว้ในแผนงานเพื่อความสะดวกในการตรวจสอบขั้นตอน และวัดผลการดำเนินงานได้ถูกต้อง ตั้งแต่เริ่มต้นงานจนงานแล้วเสร็จสมบูรณ์

- 9.5 ความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง (Responsibility)
ถ้างานบางส่วนที่ผู้รับจ้างปฏิบัติอยู่ มีส่วนเกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานของผู้รับจ้างรายอื่น ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมงานให้สัมพันธ์กันติดตามผลการทำงานก่อสร้างอาคารของผู้รับจ้างช่วงที่กำหนด และผู้รับจ้างอื่น ๆ นั้นอย่างสม่ำเสมอ และในกรณีที่พบว่าการทำงานก่อสร้างไม่เป็นไปตามแผนการปฏิบัติงานดังกล่าว ก็ให้รายงานให้ผู้ควบคุมงานทราบเป็นลายลักษณ์อักษรโดยไม่ชักช้า
- 9.6 ความเสียหาย (Damage)
ถ้ามีข้อบกพร่อง หรือเสียหายอันใดเกิดขึ้นจากความล่าช้า เนื่องมาจากการไม่สนใจติดตามงาน หรือมิได้เตรียมงานหรือวางแผนงานให้เผื่อเวลาไว้อย่างถูกต้อง ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบแก้ไขสิ่งบกพร่องนั้นโดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นและจะขอต่ออายุสัญญาเพิ่มไม่ได้เว้นเสียแต่ว่างานที่บกพร่องเสียหายนั้นเกิดจากหรือเป็นงานในหน้าที่โดยตรงของผู้รับจ้างรายอื่น ความรับผิดชอบเหล่านั้นจึงจะตกเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างรายนั้น
- 9.7 การเปลี่ยนแปลง
หากผู้ควบคุมงานเห็นว่าจำเป็นจะต้องจัดปรับปรุงแผนการปฏิบัติงาน เพื่อให้เหมาะสมกับเวลา และเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานตามความเป็นจริง ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแผนการปฏิบัติงานใหม่ส่งให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาแทนแผนการปฏิบัติงานเก่าทันที
10. สิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการตรวจงานก่อสร้าง
ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง ผู้ออกแบบ และผู้ควบคุมงาน มีสิทธิเข้าไปตรวจงานก่อสร้างได้ตลอดเวลาและตลอดระยะเวลาการก่อสร้าง โดยผู้รับจ้างจะต้องจัดสิ่งอำนวยความสะดวกชั่วคราวให้ เช่น บันได ทางเดิน ไฟฟ้าส่องสว่าง และอื่น ๆ ให้แข็งแรงปลอดภัย หรือตามคำสั่งของผู้ควบคุมงาน
11. การสั่งหยุดงาน
การก่อสร้างส่วนใดที่ผิดจากรูปแบบหรือไม่ได้คุณภาพงานที่ดี หรือไม่ถูกต้องตามมาตรฐานและวิชาช่างที่ดี ผู้ควบคุมงานมีสิทธิสั่งหยุดงานบางส่วนหรือทั้งหมดได้ จนกว่าผู้รับจ้างจะดำเนินการแก้ไขงานส่วนนั้นให้เรียบร้อยตามความเห็นชอบของผู้ออกแบบ โดยจะเรียกชดเชยค่าเสียหายและขอขยายระยะเวลาไม่ได้

สิ่งอำนวยความสะดวกชั่วคราว
TEMPORARY FACILITIES AND CONTROLS

1. โรงเก็บวัสดุ สำนักงานชั่วคราว และอื่น ๆ (Sheds, Site Offices, etc.)
 - 1.1 โรงงาน , โรงเก็บวัสดุชั่วคราว (Work Shops)

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และสร้างโรงงาน โรงเก็บวัสดุชั่วคราว สำหรับเก็บวัสดุ เพื่อป้องกันความเสียหายของวัสดุ อุปกรณ์ทุกชนิดที่นำมาใช้ในงานก่อสร้าง โดยมีขนาดตามความเหมาะสมและเพียงพอกับความต้องการ ทั้งนี้ห้ามผู้รับจ้างนำวัสดุอุปกรณ์ที่ไม่ได้ใช้ในงานก่อสร้างนี้มาเก็บไว้ในโรงเก็บดังกล่าว
 - 1.2 สำนักงานชั่วคราว (Site Office)

ผู้รับจ้างต้องจัดสร้างสำนักงานชั่วคราวของตนในตำแหน่งที่เหมาะสม สำหรับเป็นที่ทำงานของผู้รับจ้างและตัวแทนผู้ว่าจ้าง และผู้ควบคุมงาน ประกอบด้วย พื้นที่สำนักงาน พื้นที่พนักงานอาวูโส ผู้จัดการโครงการ ห้องประชุม ห้องน้ำ-ห้องส้วม หรือส่วนใช้งานอื่น ๆ ที่ต้องการใช้งาน รวมถึงอุปกรณ์สำนักงานที่จำเป็น เช่น โต๊ะทำงาน เก้าอี้ โต๊ะวางแบบ ตู้เอกสาร โทรศัพท์-โทรสาร อุปกรณ์สื่อสารที่อำนวยความสะดวกในการทำงาน เป็นต้น
 - 1.3 ห้องประชุม (Meeting Room)

ผู้รับจ้างต้องจัดสร้างห้องประชุม พร้อมอุปกรณ์ สำหรับใช้เป็นสถานที่ประชุมระหว่างเจ้าของโครงการ ผู้คุมงานและผู้รับจ้าง มีขนาดพื้นที่ไม่น้อยกว่า 20 ตร.ม ประกอบด้วยเครื่องปรับอากาศ โต๊ะประชุมพร้อมเก้าอี้ และสิ่งจำเป็นต่าง ๆ ตามความเหมาะสม โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับภาระค่าใช้จ่ายทั้งหมด พื้นที่ในการก่อสร้างสำนักงานสนนทั้งหมดของผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้าง แต่ต้องขออนุญาตก่อนเนิกร และต้องคืนพื้นที่กลับมายังเจ้าของโครงการในสภาพเรียบร้อยเหมือนเดิมก่อนก่อสร้าง
 - 1.4 ห้องเก็บตัวอย่าง (Samples Storage Room)

ผู้รับจ้างจะต้องจัดเครื่องใช้สำหรับห้องเก็บตัวอย่างวัสดุ ได้แก่ชั้นเก็บตัวอย่างที่มีขนาดจำนวนและลักษณะที่เหมาะสมกับการใช้งานตลอดระยะเวลาก่อสร้างอาคาร
 - 1.5 ร้านค้าต่าง ๆ (Shops)

ห้ามผู้รับจ้าง หรือคนงานปลูกสร้างร้านค้า ร้านอาหาร เครื่องดื่ม ภายในอาณาเขตของเจ้าของโครงการเป็นอันขาด เว้นแต่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของโครงการเป็นลายลักษณ์อักษร
 - 1.6 บ้านพักคนงาน (Labor Camp)

ผู้รับจ้างสามารถจัดสร้างบ้านพักคนงานในบริเวณก่อสร้างได้ ในขอบเขตบริเวณที่เจ้าของโครงการ หรือผู้คุมงาน กำหนดให้ และต้องขออนุญาตก่อนดำเนินการปลูกสร้างต้องถูกสุขลักษณะ และเป็นระเบียบ
 - 1.7 ป้ายชื่อโครงการ (Project Signboard)

ให้ผู้รับจ้างจัดให้มีป้ายชื่อโครงการก่อสร้าง ขนาดไม่เล็กกว่า 2.00 X 4.50 ม. ทำด้วยวัสดุอย่างดี มีความคงทนถาวรเพียงพอับระยะเวลาก่อสร้างอาคาร พร้อมทั้งเขียนข้อความต่าง ๆ แสดงชื่อโครงการขนาดตัวอักษรสูงประมาณ 15 ซม. และชื่อผู้เกี่ยวข้อง รวมถึงรายละเอียดข้อความอื่น ๆ ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน นอกจากป้ายชื่อโครงการดังกล่าวแล้ว ห้ามติดตั้งป้ายโฆษณาใด ๆ หรือการโฆษณาด้วยวิธีใด ๆ ในบริเวณที่ก่อสร้าง หรือที่รั้วกันเขตก่อสร้างทุกกรณี เว้นแต่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของโครงการเป็นลายลักษณ์อักษร
 - 1.8 แบบรายละเอียดและผังแสดงสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว
- ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบผังแสดงการจัดวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาเพื่อเสนอผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อน และต้องเริ่มก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวทันทีที่ได้รับการอนุมัติ ในกรณีที่ต้องมีถนนชั่วคราวควรจัดวางตำแหน่งให้ตรงกับถนนที่จะก่อสร้างจริงตามแบบก่อสร้าง และจะต้องจัดลำดับตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวให้

สัมพันธ์กับงานก่อสร้าง รวมทั้งจัดระบบการจราจรทั้งภายในและภายนอกให้มีประสิทธิภาพ ไม่ก่อให้เกิดการกีดขวาง ต่องานก่อสร้างและการจราจรส่วนรวมภายนอกบริเวณก่อสร้าง

1.9 การดูแลรักษา

ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีคนงานประจำ เพื่อดูแลความสะอาดสำหรับสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว มีช่างประจำสำหรับการบำรุงรักษาและซ่อมแซมเครื่องจักร เครื่องมือ ให้อยู่ในสภาพปลอดภัยและใช้งานได้ดี ตลอดระยะเวลาการก่อสร้าง

1.10 ความรับผิดชอบ (Responsibilities)

ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการจัดให้มีโรงงาน โรงเก็บวัสดุอุปกรณ์ และสำนักงานชั่วคราวรวมทั้งค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการจัดและในการใช้งานระบบสาธารณูปโภคสิ่งอำนวยความสะดวก ค่าบำรุงรักษาดูแลรักษา และคนงานประจำ เพื่อดูแลความสะอาดตลอดจนการเก็บกวาดหรือถอนออกไปเมื่อเสร็จงานเป็นภาระของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

2. รั้วชั่วคราว บัอมยามและยามรักษาการ

ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีรั้วชั่วคราวรอบบริเวณก่อสร้าง ตามแนวเขตที่ดิน หรือตามแนวเขตพื้นที่ที่ดำเนินการ ที่ระบุในแบบ และต้องตรวจสอบให้ถูกต้องตามหลักหมุดที่ระบุไว้ในโฉนดหรือตามเอกสารอื่นใด โดยทำด้วยโครงไม้หรือเหล็กและบุด้วยแผ่นสังกะสีสีเขียว หรือแผ่นเหล็กเคลือบสี หรือวัสดุอื่นใดที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ สูงไม่ต่ำกว่า 2.40 เมตร จากพื้นดิน มีความมั่นคงแข็งแรง มีประตูเปิด-ปิด มีบัอมยาม และยามคอยควบคุมการเข้าออกตลอดเวลาทั้งกลางวันและกลางคืน ส่วนที่ติดกับที่สาธารณะและอาคารข้างเคียง จะต้องมีการป้องกันวัสดุตกลงมาเป็นอันตรายต่อชีวิต หรือสร้างความเสียหายต่อทรัพย์สินที่อยู่ข้างเคียง ถือเป็นหน้าที่ ที่ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติอย่างเคร่งครัด และผู้รับจ้างต้องรักษาซ่อมแซมให้ได้อยู่เสมอ ตลอดระยะเวลาการก่อสร้าง ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ ออกค่าใช้จ่ายในการจัดทำ ติดตั้ง การขออนุญาต ค่าธรรมเนียม ค่า บำรุงรักษา ค่ารถถอน รวมถึงค่ายามรักษาการ

3. ถนนและทางเดินชั่วคราว

3.1 ทางเข้า - ออก ชั่วคราว (Temporary Entrance Access)

ในระหว่างการก่อสร้างให้ผู้รับจ้างจัดให้มีทางเข้า - ออก สถานที่ก่อสร้างชั่วคราวตามที่ผู้ควบคุมงานได้กำหนดและ ผู้รับจ้างต้องดูแลรักษาทางเข้า - ออกชั่วคราวดังกล่าว ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดีตลอดเวลาของงานก่อสร้างอาคาร และเมื่องานก่อสร้างแล้วเสร็จ ให้จัดการปรับซ่อมแซมให้กลับคืนสู่สภาพที่ดีดังเดิม

3.2 ถนน และทางเดินชั่วคราว ภายในบริเวณก่อสร้าง (Temporary Path)

ในกรณีที่จำเป็นต้องทำเรื่องขออนุญาตตามเทศบัญญัติให้ผู้รับจ้างรับผิดชอบดำเนินการให้ถูกต้อง ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีถนน และทางเดินชั่วคราวภายในบริเวณก่อสร้างตามความจำเป็นและขั้นตอนต่าง ๆ ของงานก่อสร้างอาคาร เพื่อให้สามารถเข้าถึงบริเวณต่าง ๆ ของ งานก่อสร้างได้ทุกแห่ง และให้มีสภาพที่แข็งแรงปลอดภัยเหมาะสมกับการทำงานอยู่เสมอ เมื่องานก่อสร้างแล้วเสร็จ หรือหมดความจำเป็นในการใช้งานแล้ว ให้ผู้รับจ้างจัดการรถถอนออกไป พร้อมทั้ง ซ่อมแซมปรับปรุงสิ่งต่าง ๆ ที่เสียหายจากการทำถนนและทางเดินชั่วคราวดังกล่าวให้คืนดีดังเดิมด้วย

4. การตัดทางเท้าและต่อเชื่อมท่อระบายน้ำ

ในกรณีที่ต้องปฏิบัติตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เช่น ตัดทางเท้า ต่อเชื่อมท่อระบายน้ำกับท่อระบายน้ำสาธารณะ ผู้รับจ้างต้อง รับผิดชอบดำเนินการขออนุญาตต่อทางราชการให้ถูกต้อง โดยเป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

5. เครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ (Equipment)
 - 5.1 เครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานก่อสร้าง (Equipment)

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์อย่างดีที่สุดที่จำเป็นทุกอย่างมาใช้ในงานก่อสร้างอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ เครื่องมือและอุปกรณ์ทุกชิ้นต้องอยู่ในสภาพพร้อมที่จะใช้งานได้ เครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ ชิ้นใดที่ยังไม่ได้ใช้งานจะต้องจัดเก็บให้เรียบร้อยในโรงเก็บผู้รับจ้างต้องตรวจตราดูแลรักษาเครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ทุกชิ้นอยู่เสมอไม่ให้เกิดความชำรุดใด ๆ เพื่อป้องกันอุบัติเหตุและความล่าช้าของงานที่อาจเกิดขึ้นได้ผู้รับจ้างต้องเคลื่อนย้ายออกเมื่อเสร็จงาน หรือมีมากเกินไปจนจำเป็น หรือชำรุด โดยต้องได้รับการอนุมัติจากผู้คุมงานก่อน
 - 5.2 นั่งร้านและเครื่องพยุงปลอดภัย (Scaffolds and Safety)

ในส่วนที่ต้องใช้นั่งร้าน ผู้รับจ้างจะต้องจัดหานั่งร้านที่แข็งแรง มั่นคง ถูกต้องตามเทศบัญญัติ กฎหมายและตาม “ข้อกำหนดนั่งร้านงานก่อสร้างอาคาร” ในมาตรฐานความปลอดภัยของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในบริเวณที่อาจจะเกิดอันตรายหรืออุบัติเหตุ
6. ระบบสุขาภิบาลและการกำจัดสิ่งปฏิกูล (Temporary Sanitary and Cleaning up)
 - 6.1 ห้องน้ำ – ห้องส้วม (Toilet)

ผู้รับจ้างจะต้องจัดสร้างห้องน้ำ - ห้องส้วม สำหรับเจ้าหน้าที่ และคนงานของผู้รับจ้างในที่ ที่ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติแล้ว และจะต้องจัดสร้างให้มีสัดส่วนเพียงพอกับจำนวนคนงาน พร้อมทั้งให้ถูก สุขลักษณะ และมีการดูแลทำความสะอาดเป็นประจำ
 - 6.2 สุขาภิบาล (Temporary Sanitary)

ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมการ และจัดทำท่อระบายน้ำ และท่อส้วมต่าง ๆ ทั้งจากเครื่องสุขภัณฑ์ชั่วคราวและจากส่วนสำนักงานชั่วคราวเพื่อให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ และความเป็นระเบียบในการระบายน้ำภายในโครงการ
 - 6.3 การกำจัดสิ่งปฏิกูล (Cleaning up)

ผู้รับจ้างต้องขนขยะมูลฝอย เศษวัสดุ และสิ่งของเหลือใช้ที่ทำความสกปรก รกรุงรัง ออกจากบริเวณก่อสร้างอย่างสม่ำเสมอตลอดระยะเวลาการก่อสร้าง และต้องเก็บกวาดทำความสะอาดให้เรียบร้อยทั่วบริเวณก่อสร้างเมื่อเสร็จงานให้ผู้รับจ้างถือปฏิบัติในเรื่องนี้อย่างเคร่งครัด เพื่อความปลอดภัย และความสะอาดเรียบร้อยภายในบริเวณก่อสร้าง
7. ไฟฟ้าที่ใช้ในงานก่อสร้าง (Temporary Electricity)
 - 7.1 ทั่วไป (General)

ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีระบบไฟฟ้าชั่วคราวที่ใช้ในงานก่อสร้างอาคารทั้งในระบบไฟฟ้ากำลังและระบบไฟฟ้าแสงสว่างทั่วไปในบริเวณก่อสร้าง โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับภาระออกค่าใช้จ่ายทั้งหมด ตั้งแต่การขออนุญาตติดตั้งระบบไฟฟ้าชั่วคราวจากการไฟฟ้า รวมทั้งค่าใช้จ่ายอุปกรณ์ทั้งหลาย ค่ากระแสไฟฟ้า ค่าบำรุงรักษา ค่ารีดออน และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่ต้องจัดหาหรือคิดเผื่อไว้ในการจัดให้มีระบบไฟฟ้า ชั่วคราวที่ใช้ในงานก่อสร้างอาคารดังกล่าวนี้ ทั้งในส่วนที่เป็นงานของผู้รับจ้างเอง และในส่วนของงานที่ เป็นผู้รับจ้างช่วงที่กำหนดผู้จัดหาที่กำหนด และผู้รับจ้างรายอื่นที่เจ้าของโครงการได้จ้างโดยตรงอีกด้วย
 - 7.2 ความปลอดภัยในการใช้ไฟฟ้า (Safety)

ผู้รับจ้างต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ และดำเนินการติดตั้ง ระบบไฟฟ้าชั่วคราวที่ใช้ในงานก่อสร้างอาคาร ให้มีความปลอดภัยแก่ชีวิต และทรัพย์สิน รวมทั้งมีระบบการป้องกันการลัดวงจรและการตัดตอนไฟฟ้าได้เมื่อเกิดอุบัติเหตุ ทั้งนี้ต้องเป็นไปตามที่มีกำหนด ไว้ในระเบียบข้อบังคับของการไฟฟ้า และ/ หรือมาตรฐานความปลอดภัยตามกฎหมายที่ใช้บังคับอยู่ด้วย

- 7.3 ขนาดของไฟฟ้าที่ต้องการ (Power Capacity)
ขนาดความต้องการกระแสไฟฟ้าชั่วคราวที่ใช้ในงานก่อสร้างดังกล่าวข้างต้นให้เป็นความรับผิดชอบของผู้ว่าจ้างที่ต้องจัดให้มีเพียงพอกับการใช้ในส่วนของการช่างต้นและในส่วนของการของผู้รับจ้างรายอื่นที่ทำงานในงานก่อสร้างอาคารนี้ เพื่อให้งานก่อสร้างได้รุดหน้าไปได้ด้วยดีอย่างสม่ำเสมอ ผู้ควบคุมงานอาจออกคำสั่งให้ผู้รับจ้างจัดการแก้ไขเพิ่มเติมขนาดกระแสไฟฟ้าชั่วคราว จากการไฟฟ้า ฯ ได้ในกรณีที่จำเป็นโดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับภาระค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น
- 7.4 การขอใช้ไฟฟ้าจากเจ้าของโครงการ (Premises Power)
เมื่อการไฟฟ้า ฯ ได้ติดตั้งระบบไฟฟ้าเข้ากับหม้อแปลงไฟฟ้าที่ติดตั้งในอาคารตามที่เจ้าของโครงการได้ดำเนินการขอติดตั้งไว้แล้ว รับจ้างอาจขอใช้ระบบไฟฟ้าดังกล่าว จากเจ้าของโครงการได้โดยจะต้องเป็นผู้ชำระค่าไฟฟ้า และค่าธรรมเนียมทั้งหมดที่การไฟฟ้า ฯ เรียกเก็บจากเจ้าของโครงการ และผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบ ดูแล ป้องกัน รักษา ระบบ ไฟฟ้าดังกล่าวนี้จนเสร็จงานก่อสร้างอาคาร
8. น้ำดื่มที่ใช้นในงานก่อสร้าง (Temporary Water Supply)
- 8.1 ทัวไป (General)
ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา น้ำดื่ม และน้ำใช้ เพื่อใช้ในช่วงดำเนินการก่อสร้างอาคาร ตั้งแต่เริ่มงานจนงานแล้วเสร็จ ทั้งของผู้รับจ้างเอง และผู้รับจ้างช่วงที่กำหนด ผู้จัดหาที่กำหนดรวมทั้งจัดวางระบบท่อจ่ายน้ำ และระบบระบายน้ำชั่วคราวที่จำเป็นระหว่างงานก่อสร้างอาคารให้มีพอใช้ และทั่วถึง โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับภาระค่าใช้จ่ายทั้งหมด ตั้งแต่การขออนุญาตติดตั้งมีเตอร์ชั่วคราวจากการประปา ฯ ค่าอุปกรณ์ทั้งหลาย ค่าบำรุงรักษามีเตอร์ ค่าน้ำประปา และค่ารถถอน เมื่องานแล้วเสร็จ
- 8.2 ขนาดและปริมาณน้ำใช้ (Required Quantity)
ขนาด ปริมาณ และระบบของน้ำที่นำมาใช้นงานนี้ ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบจัดให้มีเพียงพอและเหมาะสมกับการใช้ในส่วนงานของผู้รับจ้างเองเพื่อให้งานรุดหน้าไปด้วยดีในกรณีที่ผู้รับจ้างจัดหาปริมาณน้ำไม่เพียงพอแก่ความต้องการผู้ควบคุมงานอาจออกคำสั่งให้ผู้รับจ้างจัดการแก้ไขเพิ่มเติมได้ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับภาระค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น
9. การขออนุญาตตามข้อบังคับตามกฎหมาย (Permits)
ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ดำเนินการติดต่อ ในการขออนุญาตต่าง ๆ ที่จำเป็นตามกฎหมายสำหรับการ ทำงานก่อสร้างอาคาร เช่น การทำงานนอกบริเวณ หรือที่ติดกับบริเวณก่อสร้าง การขอตัดตั้ง และใช้ไฟฟ้าชั่วคราว โทรศัพท์ชั่วคราว น้ำประปาชั่วคราว และการขอให้รถถอนออกไปเมื่อเสร็จงานโดยผู้รับจ้างเป็น ผู้รับผิดชอบเป็นผู้ชำระค่าธรรมเนียม และค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

วัสดุและอุปกรณ์ PRODUCT REQUIREMENTS

1. ขอบเขตของงาน
ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือและความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพในการปฏิบัติงานที่ดี มีเครื่องมือเครื่องจักรที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพ สำหรับการก่อสร้างงานต่างๆ ตามระบุในแบบและรายการประกอบแบบ
2. การเตรียมวัสดุอุปกรณ์
 - 2.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ปรากฏอยู่ในแบบและรายการประกอบแบบ หรือที่มีได้อยู่ในแบบและรายการประกอบแบบก็ดี แต่เป็นส่วนประกอบของการก่อสร้าง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการก่อสร้าง และเพื่อให้เป็นไปตามหลักวิชาช่างที่ดี ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเพื่อใช้ในงานก่อสร้างนี้ทั้งสิ้น
 - 2.2 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อนการจัดซื้อ และจัดส่งเข้ามาให้ทันกับการก่อสร้างตามแผนปฏิบัติงาน
 - 2.3 ในกรณีวัสดุอุปกรณ์บางอย่างซึ่งระบุให้ใช้ของต่างประเทศ หรือต้องใช้ระยะเวลาในการผลิต ผู้รับจ้างจะต้องจัดการสั่งซื้อล่วงหน้าเพื่อให้ทันการใช้งานตามแผนปฏิบัติงาน
 - 2.4 ห้ามผู้รับจ้างนำวัสดุอุปกรณ์ที่ไม่ได้รับการอนุมัติเข้ามาในสถานที่ก่อสร้าง
3. คุณภาพของวัสดุอุปกรณ์
วัสดุอุปกรณ์ทุกชนิดที่ใช้ในการก่อสร้างนี้จะต้องเป็นของใหม่ที่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน จะต้องมีความดี ไม่มีรอยชำรุดเสียหาย และถูกต้องตรงตามที่ระบุในแบบและรายการประกอบแบบ หรือตามที่ได้รับอนุมัติ
4. การจัดทำตัวอย่าง เก็บตัวอย่างวัสดุ และการทดสอบคุณภาพ (Samples and Testing)
 - 4.1 การจัดทำ และการเก็บตัวอย่าง (Samples)
 - ผู้รับจ้างต้องสุ่มเก็บตัวอย่างวัสดุ หรือจัดทำตัวอย่างงานสำเร็จ แสดงขั้นตอนตั้งแต่งานเริ่มต้นจนแล้วเสร็จ ส่งให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุญาตให้ใช้ได้ และในการสุ่มเก็บตัวอย่างตามระยะเวลาต่าง ๆ เพื่อควบคุมคุณภาพวัสดุ ตลอดจนการเรียกสุ่มเก็บตัวอย่างตามคำสั่งของผู้ควบคุมงานในเวลาใดเวลาหนึ่ง เพื่อการตรวจสอบคุณภาพของวัสดุอื่นๆ โดยให้ถือว่าผู้รับจ้างได้คิดเผื่อค่าใช้จ่ายไว้แล้วในการนี้ การสุ่มเก็บตัวอย่าง การจัดทำตัวอย่างดังกล่าว ให้ผู้รับจ้าง ดำเนินการตามกรรมวิธี และขั้นตอนที่ถูกต้องตามมาตรฐานการเก็บตัวอย่างเพื่อให้ได้ตัวอย่างที่เป็นตัวแทนแสดงลักษณะ และคุณภาพของวัสดุ หรืองานสำเร็จที่ผู้รับจ้างจะนำมาใช้หรือมีอยู่ในงานก่อสร้างให้ผู้ควบคุมงานเก็บรักษาตัวอย่างที่ได้เห็นชอบแล้วไว้สำหรับให้เปรียบเทียบกับวัสดุที่นำมาใช้ และ/หรือเทียบกับงานที่ทำจริง หากวัสดุและงานสำเร็จไม่มีลักษณะและคุณภาพตรงกับตัวอย่างดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องรีบถอนเปลี่ยนแปลง แก้ไขจนถูกต้องตามคำสั่งของผู้ควบคุมงาน
 - ผู้รับจ้างต้องจัดทำการบรรจุตัวอย่างวัสดุไว้ในภาชนะที่ปิดให้เรียบร้อย และ ปิดฉลากติดฉลากแสดงชื่อตัวอย่าง พร้อมวันที่ให้เรียบร้อย แล้วจัดเก็บบนชั้นวางตัวอย่างในห้องเก็บตัวอย่าง
 - 4.2 การตรวจสอบ และทดสอบคุณภาพวัสดุ (Testing and Approval)
 - ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีการตรวจสอบ หรือทดสอบคุณภาพวัสดุอุปกรณ์ทุกชนิดที่จะนำมาใช้ในงานก่อสร้าง อาคาร ก่อนที่จะออกจากโรงงานผู้ผลิตให้เป็นที่เรียบร้อยเสียก่อน และผู้รับจ้างต้องแสดงใบรับรองผลการทดลองดังกล่าวให้สถาปนิก หรือผู้ควบคุมงานตรวจดูเมื่อต้องการเพื่อแสดงว่าวัสดุอุปกรณ์นั้นๆ ได้รับการตรวจสอบ ทดสอบตามมาตรฐานที่ถูกต้อง และมีคุณสมบัติครบถ้วนตามสัญญาหรือไม่

- ในกรณีที่ไม่มีข้อกำหนดให้ทดสอบวัสดุใด ๆ ไว้ ให้ผู้รับจ้างนำวัสดุ หรืออุปกรณ์ไปทดสอบตามสถาบันมาตรฐานที่ได้กล่าวไว้ในหมวดที่แล้วมา ในการนี้ ให้ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบล่วงหน้า เพื่ออยู่ร่วมในการทดสอบด้วย
- ในกรณีที่สถาปนิก และ/หรือ เจ้าของโครงการได้มีหนังสืออนุญาตให้ตัวแทนของบริษัท หรือผู้ผลิตวัสดุ อุปกรณ์รายใดเข้าไปในบริเวณก่อสร้างเพื่อตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์ในบริเวณก่อสร้าง ผู้รับจ้างต้องยินยอม และให้ความสะดวกกับผู้แทนดังกล่าว

5. คุณสมบัติวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนด และที่ใช้ในงานก่อสร้างอาคาร (Property of Materials and Articles)

5.1 คุณสมบัติของวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนด (Property of Materials)

ให้เป็นที่เข้าใจว่า เมื่อได้มีข้อกำหนดใด ๆ ที่ระบุชื่อ ยี่ห้อ ผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตรายใดรายหนึ่ง หรือหลายราย หมายความว่า วัสดุ และ/หรือ ผลิตภัณฑ์ชื่อยี่ห้อของผู้ผลิตนั้นมีคุณสมบัติเป็นที่พอใจของสถาปนิกแล้ว ผู้รับจ้างมีสิทธิที่จะเลือกใช้วัสดุ และ/หรือ ผลิตภัณฑ์ชื่อ ยี่ห้อ ของผู้ผลิตรายอื่น ๆ ที่มีคุณลักษณะและความเหมาะสม ไม่ด้อยกว่าของที่กำหนดไว้เดิมได้ เมื่อได้รับความเห็นชอบจากสถาปนิก แต่ทั้งนี้ผู้รับจ้างต้องเตรียมการไว้พร้อมล่วงหน้า ให้มีเวลาเพียงพอในการแสดงการเปรียบเทียบ ทดลอง และให้ข้อมูลรายละเอียดตามที่สถาปนิกต้องการ และถือว่าผู้รับจ้างได้คิดไว้เผื่อแล้วสำหรับข้อนี้ และจะนำมาคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมมิได้

5.2 วัสดุอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในงาน (Construction Materials)

ให้เป็นที่เข้าใจว่า ถ้าไม่ได้ระบุไว้ที่ใดให้เป็นอย่างอื่น ก่อนที่ผู้รับจ้างจะส่งวัสดุอุปกรณ์ใด ๆ มาใช้ในงานก่อสร้างอาคาร ผู้รับจ้างต้องส่งรายละเอียดวัสดุ และอุปกรณ์นั้น ๆ ตามแบบการขอความเห็นชอบใช้วัสดุอุปกรณ์ (Request for Approval) ให้สถาปนิก พิจารณาก่อน ไม่ว่าวัสดุอุปกรณ์นั้นจะมี ชื่อ ยี่ห้อ ผู้ผลิต หรือคุณลักษณะตามข้อกำหนดไว้เพียงใดก็ตาม และให้ถือว่าผู้รับจ้างมีหน้าที่จัดเตรียมการในเรื่องนี้ โดยได้คิดเผื่อไว้แล้วทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย

6. การเสนอตัวอย่างวัสดุอุปกรณ์

- 6.1 ผู้รับจ้างจะต้องเสนอตัวอย่างวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมดตามระบุในแบบและรายการประกอบแบบพิจารณาอนุมัติ โดยผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแผนงานแสดงระยะเวลาจัดส่งตัวอย่างวัสดุอุปกรณ์เพื่อการพิจารณาอนุมัติ โดยจะต้องมีระยะเวลาล่วงหน้าเพียงพอต่อการพิจารณา ก่อนการสั่งซื้อและติดตั้งตามลำดับขั้นตอนในแผนปฏิบัติงาน
- 6.2 วัสดุอุปกรณ์ทั้งหมดจะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อนการติดตั้ง โดยเมื่อได้รับการอนุมัติแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างวัสดุอุปกรณ์นั้นทันที เพื่อให้ทันกับแผนงานการติดตั้ง หากผู้รับจ้างดำเนินการติดตั้งโดยมิได้รับการอนุมัติ ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนให้ใหม่ทันทีตามคำสั่งของผู้ควบคุมงาน โดยจะขอขยายระยะเวลาก่อสร้าง หรือคิดราคาเพิ่มมิได้ วัสดุอุปกรณ์ที่ได้รับการอนุมัติแล้ว ยังไม่พ้นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง ในกรณีที่วัสดุอุปกรณ์นั้นไม่ได้คุณภาพ หรือการติดตั้งไม่เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิตหรือตามหลักวิชาช่างที่ดี
- 6.3 เมื่อมีการอนุมัติวัสดุอุปกรณ์ใด ๆ แล้ว ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการจัดซื้อโดยไม่ชักช้า โดยถ้าผู้รับจ้างขอไปสั่งซื้อสินค้า ผู้รับจ้างจะต้องยินดีให้ตรวจสอบตลอดเวลา

7. การขอเทียบเท่าวัสดุอุปกรณ์

- 7.1 ผู้ออกแบบจะรับพิจารณาการขอเทียบเท่าวัสดุอุปกรณ์ภายใน 120 วัน หลังจากวันทำสัญญาจ้างเหมาก่อสร้าง
- 7.2 ผู้ออกแบบสามารถยืนยันให้ใช้วัสดุอุปกรณ์ตามที่ระบุไว้ หากผู้รับจ้างไม่มีเหตุผลเพียงพอในการขอเทียบเท่า
- 7.3 กรณีที่มีการระบุวัสดุอุปกรณ์ 1 ยี่ห้อ หรือมากกว่า และระบุว่าเทียบเท่า ผู้ควบคุมงานสามารถยืนยันให้ใช้วัสดุอุปกรณ์ตามที่ระบุไว้ การพิจารณาเทียบเท่าวัสดุอุปกรณ์จะกระทำต่อเมื่อไม่สามารถจัดหาวัสดุอุปกรณ์ตามที่ระบุไว้ ทั้งนี้จะ

- ต้องไม่ใช่เหตุผลที่เกิดจากการทำงานล่าช้าหรือการทำงานบกพร่องของผู้รับจ้าง เช่น การสั่งซื้อวัสดุอุปกรณ์ที่ได้รับอนุมัติแล้วล่าช้า เป็นต้น
- 7.4 ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายละเอียดวัสดุอุปกรณ์ ผลการทดสอบ ราคา การรับประกันที่สามารถยืนยันคุณภาพมาตรฐานและอื่นๆ ตามที่ผู้ออกแบบต้องการ เพื่อประกอบการพิจารณา นอกจากการใช้งานแล้ว ผู้ออกแบบจะพิจารณาเรื่องความสวยงาม ความแข็งแรง ความปลอดภัย เป็นหลัก ให้ถือคำวินิจฉัยของผู้ออกแบบเป็นข้อยุติ ผู้ออกแบบสงวนสิทธิ์ที่จะพิจารณาเทียบเท่าวัสดุอุปกรณ์ที่เห็นว่า มีคุณภาพดีกว่า และราคาสูงกว่าที่ระบุไว้ได้
- 7.5 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเกี่ยวกับผลกระทบหรืองานต้องเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการเทียบเท่า
- 7.6 ผู้รับจ้างไม่สามารถเรียกร้องค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น หรือเวลาที่สูญเสียไป เนื่องจากการเทียบเท่า
- 7.7 ผู้รับจ้างจะต้องเมื่อระยะเวลาในการพิจารณาการเทียบเท่า ที่ต้องออกแบบใหม่หรือต้องขออนุญาตส่วนราชการที่เกี่ยวข้องใหม่ด้วย โดยจะขอขยายระยะเวลามีได้
8. การเปลี่ยนแปลงวัสดุและงานก่อสร้าง
- 8.1 ผู้ว่าจ้างมีสิทธิเปลี่ยนแปลงหรือยกเลิกวัสดุก่อสร้าง เพิ่มหรือลดงานส่วนหนึ่งส่วนใดนอกเหนือไปจากแบบก่อสร้างหรือรายการกำหนดตามสัญญาได้ โดยตกลงเป็นลายลักษณ์อักษรในเรื่องค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงไปจากข้อตกลงในสัญญาเดิม ให้ยึดถือหลักการคิดราคาดังต่อไปนี้
- คิดราคาเป็นหน่วยตามใบเสนอราคาของผู้รับจ้างในหนังสือสัญญา
 - ถ้ารายการที่เปลี่ยนแปลงไม่มีแสดงในใบเสนอราคา ในหนังสือสัญญา ผู้ว่าจ้างจะต้องทำการตกลงราคากับผู้รับจ้าง โดยยึดถือการประเมินราคาที่ยุติธรรมของวัสดุ หรือแรงงานนั้น ตามราคาในท้องตลาดขณะนั้น
- 8.2 ผู้รับจ้างเห็นว่า แบบหรือคำสั่งใด ๆ ของเจ้าของโครงการที่นอกเหนือไปจากแบบและรายการ ตามข้อตกลงในสัญญา ซึ่งจะต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้เจ้าของโครงการทราบเป็นลายลักษณ์อักษรเพื่ออนุมัติก่อนลงมือดำเนินงานและเจ้าของโครงการ ผู้ควบคุมงานและผู้ออกแบบ ได้ทำการตกลงในราคาที่เพิ่มขึ้นเรียบร้อยแล้ว ยกเว้นในกรณีที่มีการปฏิบัติงานนั้น ๆ อยู่ในขอบเขตแห่งความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง ตามแบบและรายการที่ตกลงไว้ในสัญญา ให้ถือว่าเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่จะต้องปฏิบัติงานให้แล้วเสร็จ โดยจะเรียกร้องค่าจ้างเพิ่มเติมและขอต่ออายุสัญญาไม่ได้

การส่งมอบงาน
CLOSEOUT PROCEDURES

1. การส่งมอบงาน

1.1 การส่งมอบงานแต่ละงวด ให้เป็นไปตามการแบ่งงวดงานและงวดเงิน ตามที่ระบุในสัญญาผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะไม่จ่ายเงินงวดในเมื่อเห็นว่า

- ปริมาณงานและมูลค่างานไม่เป็นไปตามที่ระบุไว้ในงวดงาน หรือเงื่อนไขสัญญา
- คุณภาพของงานและฝีมือการทำงาน ไม่ได้ตามมาตรฐานหรือตามหลักวิชาช่างที่ดี

1.2 หลักฐานต่าง ๆ ที่ผู้รับจ้างจะต้องแนบมาพร้อมกับการส่งมอบงานแต่ละงวด

- หนังสือรับรองการตรวจสอบและอนุมัติงวดงานและงวดเงินจากผู้ควบคุมงาน
- รายละเอียดการเบิกเงินงวดระบุงวดงานและงวดเงินตามสัญญา พร้อมตารางสรุปเงินที่เบิกไปแล้ว เงินที่ขอเบิกงวดนี้ เงินที่คงเหลือ และงานเพิ่ม-ลด (ถ้ามี)
- รูปแบบ เช่น แพลน รูปด้าน รูปตัด และภาพถ่าย แสดงผลงานก่อสร้างของงวดนี้ให้ชัดเจนและเข้าใจได้ง่าย
- ผลการทดสอบต่างๆ ของงานงวดนี้ แผนปฏิบัติงาน และอื่นๆ ตามที่ผู้ควบคุมงานหรือผู้ว่าจ้างร้องขอ

2. การส่งมอบงานงวดสุดท้าย

2.1 ขั้นตอนการส่งมอบงานงวดสุดท้าย

- ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งผู้ควบคุมงานเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อส่งมอบงานขั้นต้น (Substantial completion) อย่างน้อย 30 วันก่อนครบกำหนดวันแล้วเสร็จตามสัญญา
- ผู้ควบคุมงานจะทำบัญชีงานที่ต้องแล้วเสร็จ (Punch List) ตรวจสอบและทดสอบงานตามบัญชีดังกล่าวจนแล้วเสร็จครบถ้วน แล้วจึงออกหนังสือรับรองงานขั้นต้น พร้อมการจัดทำบัญชีงานที่ต้องแก้ไข (List of defect work) แจ้งให้ผู้รับจ้างดำเนินการแก้ไข เพื่อส่งมอบงานขั้นสุดท้ายให้แล้วเสร็จสมบูรณ์ (Final completion) ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขให้แล้วเสร็จภายในระยะเวลาตามสัญญา
- เมื่อผู้ควบคุมงานได้ตรวจสอบงานขั้นสุดท้ายเรียบร้อยแล้ว จึงจะแจ้งให้ผู้ว่าจ้างและผู้ออกแบบร่วมกันตรวจสอบมอบงานงวดสุดท้ายต่อไป
- ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิในการไม่รับมอบงาน ในกรณีที่ผู้ควบคุมงานเห็นว่างานบางส่วน จะต้องมีการแก้ไขให้แล้วเสร็จสมบูรณ์ภายในระยะเวลาตามสัญญา และหากระยะเวลาดังกล่าวเกินจากสัญญาแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องเสียค่าปรับเนื่องจากงานก่อสร้างไม่แล้วเสร็จตามสัญญา

2.2 การส่งมอบวัสดุอุปกรณ์และเอกสาร

- กุญแจทั้งหมดที่ใช้ในอาคาร ชุดละ 3 ดอก พร้อม Master keys และ Grand master keys โดยผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้กำหนดระบบ Master keys ให้เป็นลายลักษณ์อักษร ก่อนการสั่งซื้อ การส่งมอบกุญแจ ให้จัดเก็บในตู้เหล็กที่ได้มาตรฐาน และแยกเป็นชุดเป็นระบบที่ชัดเจนสะดวกต่อการใช้งาน
- เอกสารคู่มือสำหรับการใช้งานและการดูแลรักษาอุปกรณ์หลักของระบบต่างๆ ของบริษัทผู้ผลิตและติดตั้ง ตามที่ผู้ออกแบบกำหนด จำนวนระบบละ 3 ชุด ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำเป็นรูปเล่มใส่แฟ้มปกแข็งที่ได้มาตรฐาน โดยแต่ละระบบจัดเรียงเป็นหมวด ตามตัวอย่างดังนี้

หมวด 1	:	การใช้งานของระบบ (System Operation)
หมวด 2	:	อุปกรณ์หลัก
หมวด 3	:	ท่อน้ำ, วาล์ว และอื่นๆ
หมวด 4	:	อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ

หมวด 5 : งานไฟฟ้าและเครื่องกลที่เกี่ยวข้อง

- ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวิทยากรผู้ชำนาญงานของบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์หลักแต่ละระบบ มาอบรมและแนะนำให้บุคลากรของผู้ว่าจ้างรับทราบเกี่ยวกับการใช้งาน การดูแลรักษา และอื่นๆ ตามระบุในคู่มือข้างต้น จนมีความเข้าใจสามารถปฏิบัติงานได้
- ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบเครื่องมือและชิ้นส่วนอะไหล่ที่มีมากับอุปกรณ์ หรือตามระบุในสัญญาให้ผู้ว่าจ้างทั้งหมด
- แบบก่อสร้างจริง (As-built drawing) จัดเป็นรูปเล่มแยกแต่ละระบบ ประกอบด้วย ต้นฉบับกระดาษไข จำนวน 1 ชุด สำเนา (พิมพ์เขียว) จำนวน 5 ชุด หรือตามที่สัญญากำหนด และข้อมูลของแบบดังกล่าว เป็นไฟล์คอมพิวเตอร์รูปแบบ DWG และ PDF จัดเก็บไว้ในแผ่น CD จำนวน 1 ชุด แบบก่อสร้างจริงจะต้องมีมาตราส่วนและขนาดเท่ากับแบบคู่สัญญา แสดงระยะการติดตั้งวัสดุในผนัง พื้น หรือกลบฝังใต้ดิน ให้ถูกต้องตามที่ก่อสร้างจริง แสดงส่วนที่เปลี่ยนแปลงหรือเพิ่ม-ลดจากแบบคู่สัญญาอย่างชัดเจน
- หนังสือรับประกันคุณภาพจากบริษัทผู้ผลิตหรือผู้ติดตั้งสำหรับวัสดุอุปกรณ์ทุกชนิดตามสัญญาโดยระบุรายชื่อ ที่อยู่ และหมายเลขโทรศัพท์ที่ติดต่อได้ และกำหนดระยะเวลารับประกันตามสัญญา
- รายการวัสดุอุปกรณ์ทุกชนิดที่ใช้ในงานก่อสร้างนี้ ระบุชื่อบริษัท ที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์ และชื่อผู้ติดต่อได้ เพื่อสะดวกในการซ่อมบำรุงหรือสั่งซื้อเพิ่มเติม
- หากระบุไว้ในแบบหรือรายการประกอบแบบ ให้ผู้รับจ้างจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์งานตกแต่งสถาปัตยกรรม อุปกรณ์ซ่อมบำรุงงานระบบต่างๆ เพื่อสำรองในการซ่อมบำรุงรักษาอาคารในปริมาณที่กำหนดตามสัญญา หรือตามความจำเป็น ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบพร้อมกับการส่งมอบงานงวดสุดท้าย

2.3 การทดสอบระบบต่างๆ

ในการทดสอบในระหว่าง หรือก่อนการรับมอบงาน ค่าใช้จ่ายต่างๆ เช่น ค่าน้ำที่ใช้ในการทดสอบ และล้างทำความสะอาดระบบท่อ ค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการทดสอบการเดินเครื่องอุปกรณ์ต่างๆ การทดสอบดวงโคมไฟฟ้า ค่าใช้จ่ายในการทดสอบอื่นๆ เพื่อแสดงว่าการทำงานของระบบเป็นไปอย่างถูกต้องครบถ้วนตามสัญญา อยู่ในสภาพที่สามารถใช้งานได้ทันทีเมื่อรับมอบงาน ถือเป็นส่วนหนึ่งของการจัดหาน้ำ และไฟฟ้าชั่วคราว โดยจะต้องทำการทดสอบการทำงานของระบบไฟฟ้าและเครื่องกลทั้งหมดพร้อมกันอย่างน้อย 24 ชั่วโมงเต็ม เพื่อทดสอบความสามารถของระบบต่างๆ ทั้งหมดก่อนการรับมอบงาน ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด

2.4 การซ่อมแซมบริเวณโดยรอบสถานที่ก่อสร้างที่เกิดความเสียหาย อันเนื่องมาจากการทำงาน ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการซ่อมแซมให้เสร็จเรียบร้อย ก่อนการส่งมอบงานงวดสุดท้าย

2.5 การทำความสะอาดอาคาร ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดอาคารทุกส่วนให้เรียบร้อย โดยผู้ว่าจ้างสามารถใช้งานได้ทันทีหลังจากการรับมอบงานแล้ว ส่วนการทำความสะอาดบริเวณ ผู้รับจ้างจะต้องกลบเกลี่ยพื้นดินให้เรียบร้อย เศษวัสดุก่อสร้างต่างๆ และสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวทั้งหมด จะต้องเก็บขนย้ายออกไปให้พ้นบริเวณ ภายใน 7 วัน นับตั้งแต่วันที่ผู้ว่าจ้าง รับมอบงานเรียบร้อยแล้ว

3. การรับประกันผลงานก่อสร้าง

3.1 ภายในระยะเวลา 365 วัน หรือตามระบุในสัญญา นับถัดจากวันที่ผู้ควบคุมงานออกหนังสือรับรองงานงวดสุดท้ายและผู้ว่าจ้างรับมอบงานเรียบร้อยแล้ว หากมีความชำรุดบกพร่องเกิดขึ้นแก่อาคาร อันเนื่องมาจากความผิดพลาด ไม่รอบคอบ หรือการละเลยของผู้รับจ้างในขณะทำการก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องทำการซ่อมแซม ให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย หรือใช้งานได้ดังเดิม ในทันทีที่ได้รับแจ้งจากผู้ว่าจ้าง โดยผู้รับจ้างจะเรียกร้องค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มเติมไม่ได้ทั้งสิ้น

- 3.2 ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ ที่จะทำการว่าจ้างผู้อื่นมาดำเนินการซ่อมแซมหรือแก้ไขงาน ในส่วนที่บกพร่องหากผู้รับจ้างไม่เข้ามาดำเนินการแก้ไขภายในเวลาที่เหมาะสม ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบทั้งหมด หรือผู้ว่าจ้างสามารถเรียกเก็บเงินจากหนังสือค้ำประกันผลงานได้
- 3.3 ในวันที่ผู้ว่าจ้างจ่ายเงินงวดสุดท้าย ผู้รับจ้างจะต้องนำหนังสือค้ำประกันผลงานของธนาคารพาณิชย์มูลค่าร้อยละ 5 ของค่าก่อสร้างตามสัญญา ระยะเวลาค้ำประกัน 365 วัน หรือตามระบุในสัญญา มาส่ง มอบให้ผู้ว่าจ้างหรือตามระบุในสัญญา

หมวด 02
เงื่อนไขสภาพพื้นที่เดิม
EXISTING CONDITIONS

การสำรวจจริง
SURVEY

1. การสำรวจตรวจสอบสถานที่ก่อสร้าง

1.1 การสำรวจบริเวณก่อสร้าง (Site Survey)

ผู้รับจ้างต้องสำรวจตรวจสอบสถานที่ ในบริเวณก่อสร้าง และบริเวณใกล้เคียงก่อนเริ่มการก่อสร้าง จนทราบเป็นที่พอใจแล้วถึงลักษณะและสภาพทั่วไปทั้งระดับพื้นดินเดิมและ ขอบเขต สิ่งก่อสร้างต่าง ๆ ที่มีอยู่ สิ่งสาธารณูปโภคต่าง ๆ อันเกี่ยวเนื่องกับงานก่อสร้างอาคาร ลู่ทางเข้าออก การขนส่งวัสดุสิ่งของ และคนงาน

1.2 การจัดสถานที่ (Site Management)

ผู้รับจ้างต้องศึกษาข้อขัดข้องต่าง ๆ ภายในบริเวณก่อสร้าง ข้อกำหนดของเวลา และจัดสถานที่ให้เหมาะสม และสะดวกแก่การทำงาน พร้อมทั้งมีความเข้าใจอย่างดีในการศึกษาวิธีการจัดหา โรงงาน และที่พักอาศัยคนงาน ในสถานที่ก่อสร้างให้เหมาะสม สามารถทำงานให้แล้วเสร็จสมบูรณ์ได้

1.3 การเสี่ยงภัย (Risk)

ผู้รับจ้างต้องศึกษาข้อมูลที่เป็นทั้งหลาย อันเกี่ยวกับความเสี่ยงภัย ความผันผวนของเหตุการณ์และเหตุอื่น ๆ ซึ่งอาจมีผลมาถึง หรือมีผลเป็นการกระทบกระเทือนการทำงานก่อสร้างนี้เป็นอย่างดีแล้ว

1.4 การวางผัง ระดับ และหมุดอ้างอิง (Location Survey , Leveling and Bench Mark)

ผู้รับจ้างต้องจัดหาผู้ชำนาญงานวิศวกรรมสำรวจ พร้อมเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการวางผังก่อสร้างอาคาร การวางวัดระดับ หมุดหลักฐาน และอ้างอิงในงานก่อสร้างอาคาร และให้ประจำอยู่ตลอดเวลา ตั้งแต่เริ่มต้นงานก่อสร้างอาคารจนเสร็จงาน

1.5 การทำแบบแสดงผังการก่อสร้าง (Site Plan , Site Preparation Plan)

ผู้รับจ้างต้องเริ่มต้นงานก่อสร้างอาคาร จากผังก่อสร้างอาคาร หมุด และแนวอ้างอิงที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานแล้วเท่านั้น โดยการจัดทำแผนผังแสดงการก่อสร้างนี้เป็นสำเนา 2 ชุด ส่งให้ผู้ควบคุมงานเก็บไว้ใช้งาน และในการจัดทำแผนผังหมุดและแนวอ้างอิงดังกล่าว จะต้องแสดงรายละเอียดเบื้องต้น ดังนี้

- ทางเข้าออกบริเวณก่อสร้างและแนวรั้ว
- แนวพิกัดต่าง ๆ ของอาคาร
- กำหนดระดับต่าง ๆ
- บริเวณจอดรถขณะก่อสร้างและบริเวณขนถ่ายวัสดุ
- พื้นที่ทำงานสำหรับส่วนต่าง ๆ ตลอดจนตำแหน่งที่ตั้งสำนักงาน บ้านพักคนงานและห้องน้ำห้องส้วม
- ที่ตั้งโรงเก็บวัสดุและที่จอดเครื่องทุ่นแรง
- ที่ตั้งของจุดส่งกระแสไฟฟ้า น้ำประปา และโทรศัพท์
- แนวทางของการระบายน้ำฝนและน้ำเสีย
- พื้นที่เก็บเครื่องมือเครื่องใช้และวัสดุก่อสร้าง การที่ผู้ควบคุมงาน ผู้ออกแบบ หรือเจ้าของโครงการได้ตรวจอนุมัติการวางผังของผู้รับจ้าง ไม่ได้ทำให้ผู้รับจ้างหมดจากความรับผิดชอบในความผิดพลาดใด ๆ ที่อาจปรากฏพบได้ในภายหลัง

1.6 ความรับผิดชอบ (Responsibility)

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบแก้ไขการวางผังก่อสร้าง รวมทั้งระดับและแนวพิกัดต่าง ๆ ในการก่อสร้างให้ถูกต้องตามแบบ และพร้อมที่จะให้ผู้ควบคุมงานตรวจสอบได้ตลอดเวลา ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบวางแผนแนวพิกัดในอาคารรวม ทั้งระดับอ้างอิงสำหรับผู้รับจ้างรายอื่น ๆ ทุกราย ที่เจ้าของโครงการได้จ้างโดยตรงในงานก่อสร้างอาคารนี้ และทำการตรวจสอบการหลุดตัวของโครงสร้างและอาคารเป็นระยะ ๆ โดยเทคนิควิธีการที่เป็นปัจจุบันและสากล หากไม่มีการนำเสนอมายังผู้ควบคุมงาน ให้ผู้รับจ้างใช้วิธีการติดตั้งหมุดทองเหลืองตามโครงสร้างหลักของอาคารที่กำลังก่อสร้าง ที่จุดต่าง ๆ ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน จำนวน 4 ชุด ทั้งนี้ให้ผู้รับจ้างจัดให้มีการตรวจสอบวัดระดับการหลุดตัวของอาคารที่จุดเหล่านี้ ทุก ๆ 2 เดือน ตั้งแต่เริ่มงานก่อสร้างจนก่อสร้างแล้วเสร็จ ให้ผู้รับจ้างจัดทำรายงานการหลุดตัวของอาคาร พร้อมส่งให้ผู้ควบคุมงานทราบทุก 2 เดือน และไม่ว่ากรณีใดๆ ผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงกรณีที่ไม่ทราบข้อเท็จจริงต่างๆ หรือข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น เพื่อประโยชน์ใด ๆ ของตนมิได้

การรื้อถอน DEMOLITION

- 1 การรื้อถอนอาคารและสิ่งปลูกสร้างเดิม

ในพื้นที่ที่ผู้รับจ้างได้รับมอบสถานที่ก่อสร้างจากผู้ว่าจ้าง หรือได้รับอนุมัติให้เข้าเริ่มทำการก่อสร้าง ในบริเวณสถานที่ก่อสร้าง ตามสัญญา ให้ผู้รับจ้างดำเนินการรื้อถอนอาคารเดิม ต้นไม้ และอื่นๆ ที่มีอยู่ในบริเวณนั้นทันที ตามระบุในแบบและ สัญญา ซึ่งผู้รับจ้างต้องใช้ความระมัดระวังต่อสิ่งปลูกสร้างข้างเคียง ต้นไม้เดิม และระบบสาธารณูปโภคเดิม เช่น ท่อประปา สายไฟฟ้าใต้ดิน เป็นต้น ไม่ให้กระทบกระเทือน หรือเกิดความเสียหายใดๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการรื้อถอนอาคารและสิ่งปลูกสร้างเดิมหากจำเป็นต้องรื้อถอนสิ่งปลูกสร้างข้างเคียงหรือตัดต้นไม้หรือโยกย้ายระบบสาธารณูปโภคเดิมผู้รับจ้างจะต้องขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานและผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการ
- 2 วิธีการรื้อถอนอาคาร และสิ่งปลูกสร้างเดิม

ห้ามผู้รับจ้างใช้วิธีการรื้อถอนอาคารและสิ่งปลูกสร้างเดิม หรือต้นไม้ โดยวิธีที่จะก่อให้เกิดอันตรายใดๆ หรือเป็นเหตุให้เกิดความตระหนกตกใจจากการกระทำดังกล่าวแก่ผู้อยู่อาศัยข้างเคียง เช่น การเผาไหม้ การสุมไฟ ฯลฯ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการขออนุญาตรื้อถอนอาคารตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องก่อนโดยถือเป็นภาระและเป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างทั้งสิ้นยกเว้นระบุไว้เป็นอย่างอื่นในแบบและสัญญา
3. กรรมสิทธิ์ในวัสดุสิ่งของ

วัสดุสิ่งของที่ได้จากการรื้อถอนอาคารและสิ่งปลูกสร้างข้างต้นนี้ ให้ตกเป็นของผู้รับจ้าง ยกเว้นวัสดุสิ่งของที่ได้ระบุไว้เป็นพิเศษ ให้ส่งมอบแก่เจ้าของโครงการ และผู้รับจ้างต้องขนย้ายวัสดุสิ่งของที่ผู้รับจ้างได้จากการรื้อถอนนี้ ออกจากบริเวณก่อสร้าง ทั้งนี้ให้รวมถึงฐานรากและส่วนของอาคารหรือสิ่งปลูกสร้างที่อยู่ใต้ดิน หลุมส้วม บ่อเก่า รากไม้ และสิ่งกีดขวางนั้น ๆ ทั้งที่อยู่บนดินและใต้ดิน ในบริเวณก่อสร้างทั้งหมด แล้วให้ดำเนินการปรับพื้นดินให้เรียบร้อยเสมอกัน พร้อมทั้งจะดำเนินการวางผังก่อสร้างอาคาร กำหนดแนว และระดับเริ่มต้นตามที่กำหนดในแบบและรายการตามสัญญาต่อไป

หากเป็นการรื้อถอนงานภายในอาคาร วัสดุประเภทครุภัณฑ์ต่าง ๆ ในพื้นที่ ทางผู้รับจ้างต้องดำเนินการด้วยความระมัดระวัง และส่งคืนเจ้าของโครงการ โดยจัดทำรายการประกอบเป็นลายลักษณ์อักษรก่อนการส่งคืนให้เรียบร้อย
4. ของมีค่าและวัตถุโบราณ

ของมีค่าและวัตถุโบราณที่ขุดหรือค้นพบในบริเวณก่อสร้าง เป็นกรรมสิทธิ์ของผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบโดยเร็ว การกระทำใดๆ ที่แสดงเจตนาปกปิดหรือยึดครองเป็นกรรมสิทธิ์ส่วนตัว ถือเป็นการลักทรัพย์
5. การขนย้ายและถมกลับ

ผู้รับจ้างต้องขนย้ายวัสดุสิ่งของที่รื้อถอนทั้งหมดออกไปจากบริเวณก่อสร้าง รวมถึงส่วนของอาคารที่อยู่ใต้ดิน เช่น ฐานราก เสาเข็ม บ่อน้ำ สระน้ำ แท่นคอนกรีต รากต้นไม้ และสิ่งกีดขวางงานก่อสร้างทั้งหลาย ทั้งที่อยู่บนดินและใต้ดิน พร้อมทั้งถมดินกลับให้เรียบร้อยตามระดับดินเดิม เพื่อสามารถดำเนินการก่อสร้างขั้นต่อไป โดยถือเป็นภาระและค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างทั้งสิ้นค่าใช้จ่ายในส่วนที่มองเห็น และผู้รับจ้างไม่ได้เสนอค่าราคาเหมารวมไว้ในสัญญา ให้คิดเป็นงานเพิ่มตามความเป็นจริงหรือตามการพิจารณาอนุมัติของผู้ออกแบบ โดยผู้รับจ้างจะต้องมีภาพถ่ายหรือหลักฐานอื่นที่เชื่อถือได้ และมีพยานจากฝ่ายผู้ว่าจ้างหรือผู้ควบคุมงาน ตรวจสอบดูแลอยู่ตลอดเวลา

หมวด 03
งานก่อและวัสดุก่อ
MASONRY

งานก่อฉาบ
MASONRY MORTARING

1. ขอบเขตของงาน

- 1.1 งานก่อ หมายถึง งานวัสดุก่อผนัง งานหล่อเสาเอ็น คานทับหลัง และงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ผู้รับจ้างต้องดำเนินงานก่อให้ถูกต้องตามชนิดและขนาด ได้ระยะและได้แนวตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างโดยใช้ช่างฝีมือดี
- 1.2 งานฉาบปูน หมายถึง งานฉาบผนัง วัสดุก่อ ผนังคอนกรีต และผิวโครงสร้าง เช่น เสา คานพื้น
- 1.3 มุมผนังก่อมุมทุกมุม ผนังก่อที่หลุดลอย ๆ ผนังก่อที่ติดวงกบประตู หน้าต่าง จะต้องมีเสาเอ็นหรือคานทับหลังขนาดไม่เล็กกว่า 10 ซม. ความกว้างเท่าผนังก่อเสริมด้วยเหล็ก 2 เส้น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม. เหล็กปลอกเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มม. @ 20 ซม. เหล็กเสริมจะต้องฝังปลายด้านหนึ่งไว้ในคอนกรีตให้แน่น เตรียมไว้ล่วงหน้า ในขณะที่เทคอนกรีตผนังก่อพื้นใหญ่จะต้องมีเสาเอ็นและคานทับหลัง ให้โดยรอบพื้นที่ไม่เกิน 6 ตารางเมตร
- 1.4 ผนังก่อที่กว้างหรือสูงเกินกว่า 2.50 เมตร จะต้องมีเสาเอ็นหรือคานทับหลังแบ่งครึ่งช่วงตลอดความสูงหรือ ความกว้างของผนัง
- 1.5 ใต้คานที่มีแนวมุมและแนวเสาที่มีการก่ออิฐให้เสียบเหล็ก เส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มม. ยาว 0.30 มม. งอปลายด้านหนึ่งฝังในคอนกรีตทุกระยะ 0.50 ม. ตลอดแนว เตรียมไว้ขณะเทคอนกรีต

2. วัสดุ

2.1 วัสดุที่ใช้ในงานก่อและงานฉาบปูน

- ปูนซีเมนต์ จะต้องมีความสมบัติตาม มอก. 80-2550
- ปูนขาว ให้ใช้ปูนขาวที่เผาสุกบดละเอียดปราศจากสิ่งสกปรกเจือปน หากใช้น้ำยาผสมแทนปูนขาว จะต้องใช้ให้ได้สัดส่วนตามคำแนะนำผู้ผลิต และจะต้องมีความสมบัติตาม BS. 4887
- ทรายเป็นทรายน้ำจืด สะอาด คมแข็ง ปราศจากดิน หรือสิ่งสกปรกเจือปน
- น้ำต้องใสสะอาด ปราศจาก กรด ด่าง เกลือ พืชสาหร่าย และสิ่งสกปรกเจือปน
- อิฐมอญ จะต้องมียี่ฉนวนที่เผาสุก ขนาดสม่ำเสมอ ไม่บิดงอ หรือแตกร่วน

2.2 ส่วนผสมปูนก่อและปูนฉาบ

- ส่วนผสมปูนก่อและปูนฉาบให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตปูนซีเมนต์
- ปูนก่อและปูนฉาบที่ผสมแล้วนานเกินกว่า 1 ชั่วโมง ห้ามนำมาใช้โดยเด็ดขาด

3. การดำเนินการ

3.1 การปฏิบัติในงานก่อ

- การเตรียมพื้นผิว โครงสร้างคอนกรีตที่จะก่อผนังไปจนจะต้องทำผิวให้ขรุขระ ผิวคอนกรีตต้องทำความสะอาดและรดน้ำให้เปียกก่อนเริ่มงานก่อผนังโดยรอบอาคารและโดยรอบห้องน้ำจะต้องเทคอนกรีตกว้างเท่ากับผนังก่อและสูงจากพื้น 10 ซม. ก่อนเพื่อกันการรั่วซึม
- อิฐมอญ สำหรับก่อผนังจะต้องแช่น้ำให้เปียกเสียก่อนจึงใช้ก่อได้

- การก่อผนังต้องก่อให้ได้แนวได้ตั้งและระดับโดยก่อเรียงให้ระดับใกล้เคียงกันอย่าให้ส่วนหนึ่งส่วนใดของผนังก่อสูงกว่าส่วนอื่นเกิน 1.00 เมตร เมื่อก่อผนังสูงถึงท้องคานหรือพื้นให้เว้นช่องไว้ประมาณ 10 ซม. เพื่อให้ปูนก่อแข็งและหลุดตัวคงที่เสียก่อน จึงก่อต่อให้เต็มช่องได้ ผนังก่อที่มีท่อของงานระบบผ่านผู้รับจ้างจะต้องทำช่องเตรียมไว้ให้ถูกต้องและมีเสาเอ็นหรือทับหลังโดยรอบ
- เมื่อก่อผนังเสร็จเรียบร้อยแล้วต้องทำความสะอาดเก็บกวาดเศษปูนก่อที่เกาะติดผนังและพื้นให้เรียบร้อย ก่อนที่ปูนก่อแข็งตัว และห้ามนำไปผสมเพื่อใช้งานต่อโดยเด็ดขาด

3.2 การปฏิบัติในงานฉาบปูน

- การเตรียมพื้นผิว พื้นที่จะฉาบปูน ถ้าเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กจะต้องทำผิวหน้าให้ขรุขระ ขัดล้างด้วยแปรงลวด ขจัดเศษวัสดุและน้ำยาเคลือบผิวออกให้หมดก่อน ราวน้ำให้เปียกทาดด้วยน้ำปูนข้น ๆ ให้ทั่ว แล้วสกัดด้วยปูนทราย 1 : 1 ทิ้งให้แห้งประมาณ 24 ชม. จึงราวน้ำให้ความชุ่มชื้นอีก 48 ชม. จึงดำเนินการฉาบปูนได้ ถ้าเป็นวัสดุก่อจะต้องทิ้งไว้ให้หลุดตัวจนคงที่เสียก่อนอย่างน้อย 7 วัน จึงทำความสะอาดแล้วฉาบปูนได้
- การฉาบปูนให้ฉาบ 2 ครั้ง คือ ฉาบปูนรองพื้นและฉาบปูนตกแต่งผิวสำเร็จ อัตราส่วนผสมและวิธีการฉาบปูนให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตปูนซีเมนต์หรือใช้มวลผสมสำเร็จรูป โดยต้องใช้ช่างฝีมือที่ดีในการฉาบ
- พื้นที่ฉาบปูนที่ต้องป้องกันความชื้น เช่น ผนังห้องน้ำ ฯลฯ ให้ผสมน้ำยากันซึมในส่วนผสมปูนทรายหรือปูนฉาบด้วย โดยใช้อัตราส่วนตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- การป้องกันและซ่อมผิวปูนฉาบ ผิวปูนฉาบที่ฉาบเสร็จใหม่ ๆ ต้องบ่มให้ชุ่มชื้นตลอดเวลาหลังจากฉาบปูนแล้ว 24 ชั่วโมง ไม่น้อยกว่า 7 วัน ผิวปูนฉาบที่แตกร้าว หลุดล่อนจะต้องทำการซ่อมแซมโดยสกัดเป็นร่องถึงเนื้ออิฐแล้วฉาบแต่ง และต้องให้ผิวที่ซ่อมแซมใหม่เรียบสนิทเป็นเนื้อเดียวกับผิวปูนฉาบเดิม
- โดยทั่วไปผนังที่มีการฉาบปูนรวม 2 ชั้นจะมีความหนาที่ประมาณ 2 – 2.5 ซม. หากมีความหนารวมที่หนากว่า 3 ซม. ควรใช้ตะแกรงกรงไก่ขนาด 3 ¼ นิ้วหรือตะแกรงเหล็กฉีก ยึดตลอดแนวเพื่อป้องกันการแตกร้าว
- การฉาบปูนผนังก่อที่ติดกับโครงสร้าง คสล. หรือผนังก่ออิฐที่มีท่อฝังใน ให้ป้องกันการแตกร้าวโดยใช้ตะแกรงลวดกรงไก่ กว้างประมาณ 30 ซม. หรือตะแกรงเหล็กฉีก ยึดยาวตลอดรอยต่อระหว่างโครงสร้าง คสล. กับผนังอิฐเสียก่อน แล้วจึงทำการฉาบปูน

3.3 การซ่อมผิวปูนฉาบและการบ่มผิวปูนฉาบ

ผิวปูนฉาบที่แตกร้าว และผิวปูนฉาบที่จับกับผนัง หลังจากทำการฉาบปูนแล้ว ให้ทำการซ่อมโดยสกัดปูนฉาบเดิมออกกว้างไม่น้อยกว่า 10 ซม. ทำผิวเดิมให้ขรุขระ ล้างน้ำสะอาดแล้วฉาบปูนใหม่ ผิวปูนที่ฉาบใหม่จะต้องเรียบเป็นเนื้อเดียวกันกับผิวเดิม การบ่มผิวจะต้องบ่มภายหลังการฉาบปูนแต่ละชั้นให้มีความชื้นอยู่ตลอดเวลา โดยการใช้น้ำพ่นเป็นละออง พยายามหาทางป้องกันและหลีกเลี่ยงไม่ให้ถูกแสงแดดโดยตรง หรือมีลมพัดจัด การบ่มผิวนี้นี้ให้ผู้รับจ้างถือเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องให้การดูแลเป็นพิเศษด้วย

งานผนังคอนกรีตมวลเบา
AUTOCLAVED AERATED CONCRETE MASONRY

1. วัสดุ

- 1.1 บล็อกก่อผนังคอนกรีตมวลเบา (AAC : Autoclaved Aerated Concrete) ขนาด 20x60 ซม. และความหนา 7.5 - 25 ซม. ตามกำหนดมีคุณสมบัติสำคัญ ดังนี้
 - ความหนาแน่นประมาณ 410 - 500 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร
 - กำลังรับแรงอัดไม่น้อยกว่า 20 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
 - มีอัตราการทนไฟและความเป็นฉนวนตามมาตรฐาน BS 476 ไม่ต่ำกว่า 4 ซม. ที่ความหนา 7.5 ซม.
 - มีอัตราการดูดกลืนน้ำไม่เกิน 50% กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร
 - มีค่าการนำความร้อนไม่เกิน 0.089 วัตต์/เมตร-เคลวิน
- 1.2 ปูนก่อสำเร็จรูปคอนกรีตมวลเบา (Thin Bed Adhesive Mortar)
เป็นปูนก่อบางหรือปูนกาวสำหรับงานผนังคอนกรีตมวลเบาโดยเฉพาะ โดยมีส่วนผสมจากซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทราาย และสารอุ้มน้ำ (Methyl Cellulose ปูนก่อคอนกรีตมวลเบา 1 ถุง น้ำหนัก 50 กก. ก่อ ได้พื้นที่ประมาณ 25 ตารางเมตรด้วยความหนาปูน 2 – 3 มม.) ปูนก่อคอนกรีตมวลเบาจะรับแรง ดึงได้ไม่น้อยกว่า 1.50 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามมาตรฐาน ASTM C109 และ C 952-91
- 1.3 ปูนฉาบสำเร็จรูป (Rendering Mortar)
คือปูนฉาบที่ควบคุมและรับประกันส่วนผสมที่ดีและสามารถใช้งานได้ทันทีเมื่อผสมน้ำและเป็นปูนเฉพาะสำหรับการฉาบคอนกรีตมวลเบา (ปูนฉาบ 1 ถุง น้ำหนัก 50 กิโลกรัม ฉาบได้พื้นที่ประมาณ 2.8 ตารางเมตร ด้วยความหนาประมาณ 1 ซม.) ตามมาตรฐาน C109 และ C 952-91
- 1.4 การเก็บรักษาให้เก็บรักษาไว้บนยกพื้นในโรงเก็บซึ่งกันฝนและความชื้นได้ ปูนที่แข็งหรือเป็นก้อนหรือเสื่อมคุณภาพแล้วห้ามนำมาใช้เป็นอันตราย
- 1.5 น้ำต้องใสสะอาดปราศจากน้ำมัน กรดต่าง ๆ และสิ่งสกปรกเจือปน น้ำที่ขุ่นจะต้องทำให้ใสและตกตะกอนเสียก่อนจึงจะนำมาใช้ได้
- 1.6 เครื่องมือช่างที่ควรใช้เพื่อให้ทำงานได้สะดวกขึ้น
 - เกรียงก่อเพื่อใช้ปาดปูนก่อทำให้สามารถบังคับความหนาปูนก่อที่ 2 มม.ได้
 - เลื่อยมือเป็นเลื่อยมีฟันเลื่อยค่อนข้างห่าง ฟันเลื่อยทำด้วยทังสเตนคาไบน์ (Carbine Tips) ใช้ตัดก้อนให้เล็กลงหรือ เลื่อยไฟฟ้า

2. ส่วนผสมปูน

- 2.1 ผสมปูนก่อคอนกรีตมวลเบา ในสัดส่วน 1 ถุง ต่อน้ำ 12-14 ลิตร (กวนปูนให้เข้ากันดีก่อนนำไปใช้งาน)
- 2.2 การผสมปูนก่อในแต่ละครั้งควรใช้ให้หมดภายใน 2 ชั่วโมง

3. การก่อคอนกรีตมวลเบา

- 3.1 เริ่มก่อคอนกรีตมวลเบา โดยการก่อปรับระดับพื้นให้ได้ระดับตามแนวนอน แนวตั้งแถวแรกโดยใช้ปูนทรายก่อที่ความหนาประมาณ 1-5 ซม. จากนั้นเตรียมก้อนบล็อกละไม่ต้องเอาก้อนบล็อกชั้นน้ำก่อนการก่อเพียงแค่พรมน้ำที่สันของก้อน (สำหรับใช้ปูนก่อคอนกรีตมวลเบาชนิดก่อเปียก) พอชุ่มเพื่อทำความสะอาดผิวบล็อกและก่อด้วยปูนก่อที่มีความหนาเพียง 2 มม.โดยใช้ เกรียงก่อคอนกรีตมวลเบาที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ

- 3.2 บล็อกจะต้องก่อด้วยวิธีสลับแนวโดยระยะเหลื่อมกันระหว่างคอนกรีตมวลเบาก่อนบนและก่อนล่างต้องไม่น้อยกว่า 10 ซม. ก่อโดยที่เนื้อปูนก่อนหน้า 2 มม. และจะต้องใส่ปูนก่อให้เต็มปราศจากโพรงหรือรูโดยรอบก้อนบล็อกทั้งสี่ด้าน(ต้องมองไม่เห็นแสงลอดผ่าน)บล็อกที่ก่อชนเสาหรือเสาเอ็นจะต้องเสียบเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มม. มีความยาวประมาณ 25-30 ซม. ระยะความสูงไม่เกิน 60 ซม. กรณีจะต้องเจาะเสียบเหล็กภายหลังจะต้องฝังเหล็กในเนื้อคอนกรีตอย่างน้อย 8-10 ซม.
 - 3.3 ในกรณีที่กำแพงยาวเกินมาตรฐานที่กำหนดตามตาราง 1,2 (ภายในอาคาร) ตาราง 3,4 (ภายนอกอาคาร) ต้องมีเสาเอ็น,ทับหลัง ขนาดเสาเอ็นภายในอาคารความกว้าง 10 - 12 ซม. ภายนอกอาคารความกว้าง 15 ซม.ความหนาเท่ากับ ความหนาของกำแพงที่ก่อเหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม. จำนวน 2 เส้น และมีเหล็กปลอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มม. ทุกระยะ 20 ซม. เหล็กเสาเอ็นจะต้องฝังลึกในพื้นและท้องคานหรืออาจทำการ โผล่เหล็กในพื้นและท้องคานเตรียมไว้ก่อนในกรณีผนังสูงเกินกว่า 3.5 ม. ขนาดของเสาเอ็น-ทับหลังควรปรึกษาวិสดูรผู้ควบคุมงาน
 - 3.4 มุมผนังทุกมุมสามารถใช้การก่อประสานมุมแทนการใช้เสาเอ็นได้แต่กรณีที่ทางผู้ออกแบบกำหนดให้เสาเอ็นให้ทำตาม ที่ผู้ออกแบบกำหนด
 - 3.5 ผนังก่อที่มีวงกบประตู-หน้าต่าง ต้องหล่อเสาเอ็นทับหลัง ค.ส.ล. โดยรอบตามกรรมวิธีปกติเพื่อยึดรอบวงกบประตู – หน้าต่างหรืออาจใช้ทับหลังสำเร็จรูปของคอนกรีตมวลเบา กรณีผนังที่มีความหนาตั้งแต่ 10 ซม. ขึ้นไป
 - 3.6 ในกรณีการก่อผนังไม่ชนท้องคานจะต้องหยุดด้วยการเททับหลังเท่านั้นและขนาดของทับหลังต้องไม่เล็กกว่าขนาดของ เสาเอ็น กรณีที่กำแพงหยุดลอย ๆ โดยระยะไม่เกิน 1.20 ม. ไม่จำเป็นต้องมีเสาเอ็นปิดสามารถจับเสียมฉาบได้เลย
 - 3.7 การก่อบล็อกชนท้องคานหรือท้องพื้นทุกแห่ง ต้องเว้นช่องไว้ประมาณ 2 ซม. แล้วอุดด้วยปูนทราย หรือใช้ปูนก่อ คอนกรีตมวลเบา มีความเหนียวเหมือนกับผสมปูนทราย
 - 3.8 กรณีที่ผนังก่อมีความสูงเกิน 4 ม.ที่ท้องคานหรือท้องพื้นควรจะต้องเสียบเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มม. ยาวประมาณ 25-30 ซม. ระยะห่างไม่เกิน 1.20 ม. เพื่อเพิ่มความแข็งแรง
 - 3.9 การก่อบล็อกที่ชนกับท้องคานหรือท้องพื้นที่มีโอกาสหย่อนตัวลงมาได้ตามหลักการมาตรฐานงาน ก่อสร้างบางประเภท เช่น พื้นระบบ Post tension หรือโครงสร้างเหล็กจะต้องเว้นช่องว่างที่ส่วนบนไว้ไม่น้อยกว่า 2.5 ซม.แล้วเสริมวัสดุที่มีความยืดหยุ่นตัว เช่น โฟมหรือแผ่นยาง นอกจากงานก่อด้วยวิธีปกติโดยระยะของเสาเอ็น-ทับหลัง ตามรายละเอียด ของตารางที่ 2 และจะต้องเสียบเหล็กหนวดกุ้ง
 - 3.10 หลังจากฉาบผนังเสร็จบล็อกที่ก่อใหม่ จะต้องไม่กระทบกระเทือนหรือรับน้ำหนักเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 วันหลังจากก่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว
 - 3.11 คอนกรีตมวลเบาสามารถตัดก้อนเล็กได้โดยใช้เลื่อยมือหรือเลื่อยไฟฟ้าตัดเป็นก้อนเล็กเล็กเท่าขนาดช่องที่จะทำการก่อ
 - 3.12 การเดินท่อสายไฟและฝังท่อน้ำกับผนัง กรณีกระทำหลังจากก่อเรียบร้อยแล้วสามารถใช้ขอเหล็กชุดเป็นร่องแนวเล็ก ตามความเหมาะสม โดยจะต้องปล่อยให้ผนังยึดเกาะกันจะแข็งแรงดีเสียก่อนพอดำเนินการติดตั้งท่อเสร็จแล้วปิดกลับ ด้วยปูนทรายหรือปูนฉาบและปิดทับด้วยปูนก่อคอนกรีตมวลเบาทลอดแนวท่อก่อนฉาบ
 - 3.13 หากกรณีที่ทำการติดตั้งท่อร้อยสายไฟและท่อน้ำไว้ก่อนให้ก่อผนังคอนกรีตมวลเบาห่างจากแนวท่อประมาณ 1-2 ซม. แล้วอุดด้วยปูนทราย หรือหากท่อขนาดเล็กมาก ให้ใช้วิธีบากก่อนคอนกรีตมวลเบาเป็นร่องตามแนวของการเดินท่อไว้ ก่อน แล้วค่อยนำไปก่อเสร็จแล้วอุดด้วยปูนทรายหรือปูนฉาบก็ได้และปิดทับด้วยปูนก่อตลอดแนวท่อก่อนฉาบ
4. การฉาบปูนผนังคอนกรีตมวลเบา
เนื่องจากผนังคอนกรีตมวลเบา มีอัตราการซึมน้ำประมาณ 30 % โดยปริมาตร ซึ่งมีค่าอัตราการซึมน้ำใกล้เคียงกับอิฐมวลเบา สามารถใช้ร่วมกับปูนฉาบทั่วไปได้ ขั้นตอนการเตรียมงาน ฉาบปูน โดยมีวิธีการดังนี้
 - ก่อนฉาบปูนต้องทำความสะอาดพื้นที่ฉาบปูน และรดน้ำให้ผนังคอนกรีตมวลเบาชุ่มอยู่ตลอดทั้งแผงเพื่อไม่ให้ดูดน้ำ จากส่วนผสมปูนฉาบเร็วเกินไป หรือปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตปูนฉาบ

- กรณีการเตรียมพื้นที่ภายนอกควรกรวดดกรังไ้ตามรอยต่อระหว่างผนังคอนกรีตมวลเบากับโครงสร้างตลอดแนว ลวดกรังไ้ควรมีความกว้างประมาณ 15 ซม.

ตารางแสดงความหนาของคอนกรีตมวลเบาทั่วไป ที่สัมพันธ์กับความหนาผนังและขนาดเสา

ขนาด x ความหนา(ซม.)	ขนาดวงกบ(นิ้ว)	การฉาบผนัง(ซม.)	ความหนาผนังรวม(ซม.)	หมายเหตุ
20x60x7.5	4"	เสริมวงกบทั้งสองด้าน	10	
20x60x10	5"	เสริมวงกบด้านเดียว	12	
20x60x10	5"	เสริมวงกบทั้งสองด้าน	12.5	
20x60x12.5	5"	เสริมวงกบทั้งด้านเดียว	15	
20x60x12.5	15x15	ฉาบเสมอเสา	15	
20x60x15	15x15	ฉาบหุ้มเสา	17	
20x60x17.5	20x20	ฉาบเสมอเสา	20	
20x60x20	20x20	ฉาบหุ้มเสา	22	
20x60x22.5	25x25	ฉาบเสมอเสา	25	
20x60x25	25x25	ฉาบหุ้มเสา	27	

5. คุณสมบัติทางวิศวกรรมของคอนกรีตมวลเบา

5.1 ความหนาแน่นแห้ง (Dry Density)

คอนกรีตมวลเบา มีความหนาแน่นประมาณ 410 - 500 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

5.2 ค่าโมดูลัสยืดหยุ่น (E: Modulus of Elasticity)

คอนกรีตมวลเบา มีค่าโมดูลัสยืดหยุ่น (E:Modulus of Elasticity) ไม่น้อยกว่า 15,000 กก./ตร.ซม.

5.3 ค่ากำลังรับแรงอัด (Compressive Strength)

คอนกรีตมวลเบา มีค่ากำลังรับแรงอัด (Compressive Strength) ไม่น้อยกว่า 20 Ksc ซึ่งหมายความว่าก้อน

คอนกรีตมวลเบา ขนาด 20x60x7.5 ซม. จะสามารถรับแรงกดได้ไม่ต่ำกว่า 18 ตัน

5.4 ค่าความต้านไฟ (Fire Rating)

ผนังที่ก่อด้วยคอนกรีตมวลเบา มีค่าความหนา 7.5 ซม. และไม่ใช่รับน้ำหนักในแนวดิ่ง (Non-Load bearing Wall)

มีค่าความต้านทานไฟ (ความเป็นฉนวน และความมั่นคง)ตามมาตรฐานประเทศอังกฤษ (BS 476 Part 22: 1987

Fire Tests on building materials and structures : Methods for determination of the fire resistance of non-

Load bearing elements of construction) และมาตรฐานประเทศออสเตรเลีย (AS 3700 1988) เท่ากับ 4 ชั่วโมง

5.5 ค่าความสามารถในการกันเสียง (Sound Insulation)

STC (Sound Transmission Class) เป็นค่าดัชนีที่ใช้แสดงถึงความสามารถในการกันเสียง (Sound Insulation)

ของวัสดุก่อสร้างสำหรับค่า STC (Sound Transmission Class) ของผนังคอนกรีตมวลเบาแบบต่าง ๆ แสดงไว้ใน

ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่า STC ของผนังคอนกรีตมวลเบาแบบต่าง ๆ

ความหนาแน่นของคอนกรีตมวลเบา	ลักษณะการฉาบผิว	ค่า STC
10 ซม.	ไม่ฉาบผิว	42
10 ซม.	ฉาบหนา 1 ซม. สองด้าน	43
10 ซม./ 7.5 ซม. ช่องว่าง/10 ซม.	ไม่ฉาบผิว	44
10 ซม./7.5 ซม. ช่องว่าง / 10 ซม.	ฉาบหนา 1 ซม. สองด้าน	47
ความหนาแน่นของคอนกรีตมวลเบา	ลักษณะการฉาบผิว	ค่า STC
15 ซม.	ไม่ฉาบผิว	43
15 ซม.	ฉาบหนา 1 ซม. สองด้าน	46
20 ซม.	ไม่ฉาบผิว	46
20 ซม.	ฉาบหนา 1 ซม. สองด้าน	47

5.6 ค่าความสามารถในการดูดซับเสียง (Sound Absorption)

ค่าสัมประสิทธิ์ในการดูดซับเสียง (Sound Absorption Coefficient) เป็นค่าที่แสดงถึงความสามารถในการดูดซับเสียงของวัสดุโดยที่ค่านี้จะเป็นอัตราส่วนของพลังงานเสียงที่ความถี่ต่าง ๆ ที่วัสดุนั้นจะดูดซับไว้ได้ สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ในการดูดซับเสียงของวัสดุโดยที่ค่านี้จะเป็นอัตราส่วนของพลังงานเสียงที่ความถี่ต่าง ๆ ที่วัสดุนั้นจะดูดซับไว้ได้ สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ในการดูดซับเสียงของผนังคอนกรีตมวลเบาที่ความถี่เสียงต่าง ๆ

5.7 ค่าความต้านทานการถ่ายเทความร้อน (Thermal Resistivity)

ค่าความต้านทานการถ่ายเทความร้อน (Thermal ^{20} C/W ค่า R นี้สามารถนำไปคำนวณหาค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนของผนังจากสูตร

$$T \text{ ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อน} = R$$

โดยที่ R = ค่าความต้านทานการถ่ายเทความร้อน (Thermal Resistivity)

T = ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในและอุณหภูมิภายนอกผนัง (องศาเซลเซียส)

สำหรับกรุงเทพค่า T มีค่าเท่ากับ $36-24 = 12^{\circ}$ C ดังนั้น ค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังคอนกรีตมวลเบาจะมีค่าเท่ากับ $12/0.843 = 14$ วัตต์ต่อตารางเมตร

5.8 ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากอุณหภูมิ (Thermal Expansion Coefficient) ของผนังคอนกรีตมวลเบา มีค่าอยู่ระหว่าง $8 \times 10^{-6} / ^{\circ}$ C ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของคอนกรีตแต่ต่ำกว่าอิฐมวลเบา ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากอุณหภูมิของผนังแบบต่าง ๆ

	คอนกรีตมวลเบา	อิฐมวลเบา	คอนกรีต
ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากอุณหภูมิ (Thermal Expansion Coefficient/ $^{\circ}$ C	8.0×10^{-6}	4.6×10^{-6}	9.5×10^{-6}

5.9 ค่าหดตัวเมื่อแห้ง (Drying Shrinkage)

โดยทั่วไปวัสดุก่อสร้างดูดซับน้ำได้จะมีการหดตัวเมื่อมีการระเหยของน้ำออกจากเนื้อวัสดุ อัตราการหดตัวนี้จะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ชนิดของตัวประสาน (Mineral binding agent) และปริมาณของช่องว่างขนาดเล็ก (Ultra-fine pores) ในเนื้อวัสดุ ค่าการหดตัวของคอนกรีตมวลเบา เมื่อปริมาณความชื้น (Moisture Content) โดยน้ำหนักลดลงจาก 30% เมื่อออกจากกระบวนการผลิต เป็น 5-7% เมื่อใช้งานมีค่าประมาณ 0.2 มิลลิเมตรต่อเมตร ซึ่งค่าดังกล่าวมีค่าน้อยกว่าค่าการหดตัวของคอนกรีตและอิฐมวลเบาดังแสดงไว้ในตารางที่ 4 ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการ Autoclave ในขั้นตอนการผลิตคอนกรีตมวลเบา จะช่วยลดปริมาณของช่องว่างขนาดเล็ก (Ultra-fine pores < 10 mm) ในเนื้อวัสดุลงเป็นจำนวนมาก

ตารางที่ 4 ค่าการหดตัวเมื่อแห้ง (Drying Shrinkage) ของผนังแบบต่าง ๆ

	คอนกรีตมวลเบา	อิฐมวลเบา	คอนกรีต
ค่าการหดตัวเมื่อแห้ง (Drying Shrinkage) (มิลลิเมตร ต่อ เมตร)	0.2	1.8	0.7

หมวด 04

งานโลหะ

METALS

งานโลหะ

METAL FABRICATION

1. ขอบเขตของงาน

- 1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือและความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพ ในการก่อสร้างงานโครงสร้างเหล็กและงานโลหะ ตามที่ระบุในแบบและรายการประกอบแบบ
- 1.2 งานโลหะที่ระบุในแบบสถาปัตยกรรม ปรับอากาศ ไฟฟ้า สุขาภิบาล ภูมิสถาปัตยกรรมและงานตกแต่งภายใน จะต้องมีความสอดคล้องตามหมวดนี้ สำหรับงานโครงสร้างเหล็กให้ยึดถือตามระบุในหมวดงานโครงสร้างเป็นหลัก หากไม่ระบุให้ยึดตามหมวดนี้
- 1.3 งานโครงสร้างเหล็ก ให้รวมถึงการจัดหาโรงงานที่ได้มาตรฐาน และได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน
- 1.4 การกองหรือเก็บวัสดุจะต้องกระทำด้วยความระมัดระวังและเอาใจใส่ต่อการป้องกันสนิมที่จะเกิดขึ้น
- 1.5 การประกอบและติดตั้งโครงสร้างเหล็ก เพื่อให้ได้ตามที่ระบุในแบบ จะต้องมีการเผื่อความโค้งของ โครงสร้างนั้นๆ ด้วยกรรมวิธีหรือการคำนวณของผู้รับจ้างเอง และภายในการควบคุมดูแลของผู้เชี่ยวชาญของผู้รับจ้าง
- 1.6 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่างเหล็ก โลหะ และวัสดุประกอบอื่นๆ พร้อมทั้งข้อมูลทางเทคนิคและผลทดสอบจากสถาบันที่กำหนดไว้ ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการสั่งซื้อ
- 1.7 ผู้ควบคุมงานอาจจัดส่งตัวอย่างเหล็กรูปพรรณที่ส่งเข้าหน่วยงานก่อสร้างแล้ว ไปทดสอบที่สถาบันที่กำหนดไว้ เพื่อเป็นการตรวจสอบ โดยถือเป็นภาระและค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง
- 1.8 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบขยายและรายละเอียดต่างๆ วิธีการติดตั้ง ขั้นตอนการทำงานให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการตัดและประกอบ
- 1.9 ผู้รับจ้างจะต้องจัดให้มีการตรวจสอบคุณภาพงาน พร้อมเสนอวิธีการทดสอบ หากพบภายหลังว่างานก่อสร้างโครงสร้างเหล็กไม่มั่นคง แข็งแรง หรือมีข้อบกพร่อง โดยจะต้องจัดหาทีมงานหรือที่ปรึกษาที่มีประสบการณ์เป็นที่ยอมรับของผู้ว่าจ้าง
- 1.10 อื่นๆ ตามระบุในแบบ โดยได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน และตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบ

2. วัสดุ

- 2.1 เหล็กgrupตัวซี เป็นเหล็กgrupพรรณผลิตเย็น ผลิตตามมาตรฐาน มอก. 1288-2538
- 2.2 เหล็กกลมกลวง เป็นเหล็กgrupพรรณผลิตเย็น ชนิดท่อเหล็กผสมคาร์บอน ผลิตตามมาตรฐาน มอก. 107-2533 HS41
- 2.3 เหล็กสี่เหลี่ยมจัตุรัส, เหล็กสี่เหลี่ยมผืนผ้ากลวง เป็นเหล็กgrupพรรณผลิตเย็น ผลิตตามมาตรฐาน มอก. 107-2533 HS41
- 2.4 เหล็กฉาก, เหล็กทรงน้ำ, เหล็กgrupตัวไอ, เหล็กgrupตัว H เป็นเหล็กgrupพรรณผลิตร้อน ผลิตตามมาตรฐาน มอก. 1227-2539 SM400
- 2.5 เหล็กแผ่นเรียบ, เหล็กแผ่นลาย เป็นเหล็กแผ่นผลิตร้อน ผลิตตามมาตรฐาน JIS G3101 SS400
- 2.6 เหล็กไร้สนิมหรือ สแตนเลส (Stainless steel) สำหรับงานราบบันไดหรือราวระเบียง ขนาดตามที่ระบุในแบบ ให้ใช้สแตนเลส ผลิตตามมาตรฐาน JIS หรือเทียบเท่า รวมถึงลวดเชื่อม ให้ใช้เกรดเดียวกัน

- 2.7 ลวดตาข่าย หากไม่ระบุขนาดในแบบ ให้ใช้ลวดตาข่ายถักสำเร็จรูปชุบสังกะสีเคลือบจั่วรัส 1-1/2x1-1/2 นิ้ว ขนาดลวด 3.2 มิลลิเมตร หรือตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบ เชื่อมติดกับโครงเหล็กกลมกลวง Dia. 50 มิลลิเมตร หนา 3.2 มิลลิเมตร ระยะ 1.50x1.50 เมตร หรือตามระบุในแบบ
 - 2.8 ตะแกรงเหล็กวางระบายน้ำ หากไม่ระบุในแบบ ให้ใช้ตะแกรงสำเร็จรูปชุบสังกะสี ขนาดตามระบุในแบบงานสุขาภิบาล หรือตามวัตถุประสงค์ของวิศวกรผู้ออกแบบ
 - 2.9 ตะแกรงเหล็กฉีก ขนาด ลาย และรุ่นตามระบุในแบบ หรือตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบ
 - 2.10 Wrought Iron ตามที่ระบุในแบบ
 - 2.11 สลักเกลียวฝังในคอนกรีต ชนิดยึดด้วย Epoxy หรือแบบขยายตัว
 - 2.12 สีสองกันสนิม ตามระบุในหมวดงานทาสีและการเคลือบผิว
3. การดำเนินการ
- 3.1 การตัดและต่องานโลหะ
 - วิธีการตัดต้องใช้เครื่องมือที่เหมาะสมกับคุณสมบัติของเหล็ก หากใช้ความร้อน การทำให้เหล็ก เย็นตัว จะต้องปล่อยเหล็กเย็นตัวลงตามธรรมชาติ หรือใช้น้ำยาพิเศษเพื่อป้องกันมิให้เหล็กบริเวณที่ถูกความร้อนเสียคุณภาพและเสียรูป
 - การต่อเหล็ก ให้ใช้วิธีการเชื่อมด้วยลวดไฟฟ้า หรือก๊าซ หรือสลักเกลียว ตามที่ระบุในแบบ หรือที่ได้อนุมัติจากผู้ควบคุมงาน
 - การต่อเหล็กความยาวที่ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ วัดโดยเทปเหล็กไม่เกิน 2 มิลลิเมตร
 - การเชื่อมเหล็กต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง ช่างเชื่อมมีประสบการณ์ในวิชาชีพ ปฏิบัติถูกต้องตามมาตรฐานวิชาชีพ และวิธีการเชื่อมสอดคล้องกับมาตรฐาน AWS
 - การต่อเหล็กด้วยสลักเกลียว ขนาดของรูเจาะต้องเหมาะสม ระยะขอบ ต้องได้ตามมาตรฐาน AISC
 - 3.2 การกองเก็บวัสดุ

การเก็บเหล็ก โลหะ ชิ้นงานที่ประกอบแล้ว หรือยังไม่ได้ประกอบ จะต้องเก็บไว้บนพื้นที่ยกเหนือพื้นดิน และจะต้องรักษาให้ปราศจากฝุ่น ไขมัน หรือสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ และต้องระวังรักษาอย่าให้เหล็กเป็นสนิม
 - 3.3 รูและช่องเปิด
 - การเจาะหรือตัด หรือกดทะลุให้เป็นรู ต้องกระทำตั้งฉากกับผิวของเหล็ก และห้ามขยายรูด้วยความร้อนเป็นอันขาด
 - ในเสาที่เป็นเหล็กรูปพรรณซึ่งต่อกับคาน คสล. จะต้องเจาะรูไว้ เพื่อให้เหล็กเสริมในคานคอนกรีตสามารถล้อยได้ รูจะต้องเรียบร้อยปราศจากรอยขาดหรือแห้ว ขอบรูซึ่งคนและยื่นเล็กน้อยอันเกิดจากการเจาะด้วยสว่านให้ขจัดออกให้หมดด้วยเครื่องมือ โดยการลบมุม 2 มม.
 - ช่องเปิดอื่น ๆ เหนือจากรูสกัดเกลียว จะต้องเสริมแนวเหล็กซึ่งมีความหนาไม่น้อยกว่าความหนาขององค์อาคารที่เสริมนั้น รูหรือช่องเปิดภายในของแนวจะต้องเท่ากับช่องเปิดขององค์อาคารที่เสริมนั้น
 - 3.4 แบบขยายงานโลหะ

ก่อนดำเนินการประกอบเหล็กรูปพรรณทุกชิ้น ผู้รับจ้างจะต้องส่งแบบขยายต่อผู้ควบคุมงาน เพื่อขอรับความเห็นชอบ

 - จะต้องจัดทำแบบที่สมบูรณ์ แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับการติดต่อประกอบและการติดตั้งรูสลักเกลียว รอยเชื่อม และรอยต่อ ในตำแหน่งที่ต้องการจะดำเนินการ
 - สัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานสากล
 - จัดทำเอกสารแสดงการติดตั้ง ตลอดจนการยึดโยง หรือการใช้โครงสร้างชั่วคราวในการดำเนินการ โดยเสนอรายละเอียดกับผู้ควบคุมงาน เพื่อผู้ควบคุมงานพิจารณา ก่อนดำเนินการติดตั้ง

3.5 การประกอบและการยกติดตั้ง

- พยายามดำเนินการประกอบสำเร็จจากโรงงานให้มากที่สุด เท่าที่ควรและเท่าที่จะดำเนินการได้
- การตัดเชื่อม ตัดด้วยไฟสกัด และกดทะลุ ต้องกระทำอย่างละเอียดประณีต
- องค์อาคารที่วางทาบกัน จะต้องวางให้แนบสนิทเต็มหน้า
- การติดตัวเสริมกำลัง และองค์อาคารยึดโยง ให้กระทำอย่างประณีต สำหรับตัวเสริมกำลังที่ติดแบบอัดแน่น ต้องอัดให้สนิทจริง ๆ
- รายละเอียดให้เป็นไปตาม มาตรฐานสำหรับอาคารเหล็กรูปพรรณ ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ที่ 1003 – 18 ทุกประการ หรือ มาตรฐาน วสท. ใด ๆ ที่เกี่ยวข้อง
- ห้ามใช้วิธีเจาะรูด้วยไฟ จะต้องแก้แนวต่าง ๆ ให้ตรงตามแบบ รูที่เจาะไว้ไม่ถูกต้อง ฯลฯ จะต้องทำการแก้ไข จะต้องอุดให้เต็มด้วยวิธีเชื่อม และเจาะรูใหม่ให้ถูกต้องตำแหน่ง
- ไฟที่ใช้ตัด ควรมีเครื่องมือกลเป็นตัวนำ
- การเชื่อมให้เป็นไปตามมาตรฐาน AWS (American Welding Society) สำหรับการเชื่อมในงานก่อสร้างอาคาร ผิวหน้าที่จะทำการเชื่อมจะต้องปราศจากสะเก็ด ร่อนตะกรัน สนิม ไขมัน สี และวัสดุแปลกปลอมอื่น ๆ ที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อการเชื่อมได้ ในระหว่างการเชื่อมจะต้องยึดชิ้นส่วนที่จะเชื่อมติดกันให้แน่นเพื่อให้ผิวแนบสนิท สามารถทาสีอุดได้โดยง่าย หากสามารถปฏิบัติได้ให้พยายามเชื่อมในตำแหน่งราบ และให้วางลำดับการเชื่อมให้ดี เพื่อหลีกเลี่ยงการบิดเบี้ยวในระหว่างกระบวนการเชื่อม ในการเชื่อมแบบชนจะต้องเชื่อมในลักษณะที่จะให้ได้การ Penetration โดยสมบูรณ์ โดยมีให้มีกระเปาะตะกรันขังอยู่ ในกรณีนี้อาจใช้วิธีลบมุมตามขอบ หรือ Backing Plates ก็ได้ ชิ้นส่วนที่จะต้องต่อเชื่อมแนบทาบ จะต้องวางให้ชิดกันที่สุดเท่าที่จะทำได้ และไม่ว่ากรณีใดจะต้องห่างกันไม่เกิน 6 มม. ช่างเชื่อมจะต้องเป็นช่างเชื่อมที่มีความชำนาญงาน และเพื่อเป็นการพิสูจน์ความสามารถ จะต้องมีการทดสอบความชำนาญของช่างเชื่อมทุกคน ก่อนเข้าปฏิบัติงานในสถานที่ก่อสร้าง

3.6 งานสลักเกลียว

- การตอกสลักเกลียว จะต้องกระทำด้วยความประณีต โดยไม่ทำให้เกลียวเสียหาย
- ต้องแน่ใจว่าผิวรอยต่อเรียบ และผิวที่รองรับจะต้องสัมผัสกันเต็มหน้า ก่อนทำการขันเกลียว
- ขันรอยต่อด้วยสลักเกลียวทุกแห่งให้แน่น โดยใช้กฎแฉกตายที่ถูกต้องขนาด
- เมื่อขันสลักเกลียวแน่นแล้ว ให้ทุบปลายเกลียว เพื่อมิให้เป็นสลักเกลียวคลายตัว

3.7 การต่อและประกอบในสนาม

- ให้ปฏิบัติตามที่ระบุในแบบขยายที่ได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน และคำแนะนำในการยกติดตั้งโดยเคร่งครัด
- ค่าผิดพลาดที่ยอมให้ ให้ถือปฏิบัติตามมาตรฐานสากล
- จะต้องทำนั่งร้าน ยึดโยง ฯลฯ ให้พอเพียง เพื่อยึดโครงสร้างให้แน่นหนาอยู่ในแนวและตำแหน่งที่ต้องการ เพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน จนกว่างานประกอบจะเสร็จเรียบร้อยและแข็งแรงดีแล้ว
- หมุด ให้ใช้สำหรับยึดชิ้นส่วนต่าง ๆ เข้าหากัน
- ห้ามใช้วิธีตัดด้วยแก๊สเป็นอันตราย นอกจากจะได้รับการอนุมัติจากวิศวกร
- สลักเกลียวยึดและสมอ ให้ตั้งโดยใช้แบบนำเท่านั้น
- การยึดและรายละเอียดการยึดโครงเหล็ก จะต้องจัดทำแบบขยายและแสดงรายละเอียดวัสดุที่ใช้ เพื่อให้เหมาะสมกับการติดตั้งจริง และฐานรองแผ่นเหล็ก จะต้องปรับให้ระดับ ด้วยซีเมนต์พิเศษ ไม่เป็นสนิมและไม่หดตัว ในการฝังสลักเกลียวหรือขอยึดสำหรับแผ่นเหล็ก หากใช้สลักเกลียวชนิดฝังในคอนกรีต จะต้องกระทำพร้อมการเทคอนกรีต หากใช้วิธีการเจาะ ฝัง จะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน

3.8 การป้องกันงานโลหะมิให้ผู้ร่อน

- เกณฑ์กำหนดทั่วไป
งานนี้หมายรวมถึงการทาสี และการป้องกันการร่อนของงานโลหะ ให้ตรงตามกำหนดและรูปแบบ และเป็นไปตามข้อกำหนดของสัญญาในทุกประการ
- ผิวที่จะทาสี
การทำความสะอาดก่อนที่จะทาสีใด ๆ ยกเว้นผิวที่อาบโลหะ จะต้องขัดผิวให้สะอาดโดยใช้เครื่องมือขัด เช่น จานคาร์บอนดัม หรือเครื่องมือชนิดอื่นที่เหมาะสม จากนั้นให้ขัดด้วยแปรงลวดเหล็กและกระดาษทรายเพื่อขจัดเศษโลหะที่หลุดร่อนออกให้หมด แต่ต้องพยายามหลีกเลี่ยงการใช้เครื่องขัดด้วยลวดเป็นระยะเวลานาน เพราะอาจทำให้เนื้อโลหะไหม้ได้
สำหรับรอยเชื่อมและผิวเหล็ก ที่ได้รับความกระทบกระเทือนจากการเชื่อม จะต้องเตรียมผิวสำหรับทาสีใหม่ เช่นเดียวกับผิวทั่วไป ตามวิธีในขั้นตอนที่ ก่อนที่จะทาสีครั้งต่อไป ให้ทำความสะอาดผิวซึ่งทาสีไว้ก่อนหรือผิวที่อาบไว้ จะต้องขจัดสีที่ร่อนหลุดและสนิมออกให้หมด และจะต้องทำความสะอาดพื้นที่ส่วนที่ถูกล้วนและไขมันต่าง ๆ ปล่อยให้แห้งสนิทก่อนทาสีทับ
- ชั้นส่วนของโครงสร้างเหล็กและโลหะ ยกเว้น สแตนเลส จะต้องทาสีป้องกันสนิมตามวิธีที่ผู้ผลิตสีแนะนำ โดยได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน
- ส่วนของรอยต่อโดยการเชื่อม จะต้องลอกคราบตะกรันออก โดยขัดด้วยแปรงลวดให้เห็นเนื้อเหล็กและทำความสะอาด ก่อนทาสีป้องกันสนิม
- ส่วนของสลักเกลียว ให้ขันเกลียวให้ได้ตามที่กำหนด ทำความสะอาดคราบน้ำมันและส่วนสกปรกต่างๆ ขัดด้วยแปรงเหล็กก่อนทาสีป้องกันสนิม
- ทาสีรองพื้นเหล็กหรือสีป้องกันสนิม ตามที่ระบุไว้ในหมวดงานทาสี

3.9 การป้องกันไฟงานโลหะ

งานโครงสร้างเหล็กที่ต้องปฏิบัติตามกฎหมายเรื่องการป้องกันไฟ หรือกฎข้อบังคับใด ๆ ที่เกี่ยวข้อง ให้ใช้สีทาหรือพ่นกันไฟ โดยมีเอกสารรับรองการทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง จากสถาบันที่เชื่อถือได้

1. ขอบเขตของงาน

- 1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือและความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพในการก่อสร้างงานไม้ทั้งหมดที่ระบุในแบบและรายการประกอบ
- 1.2 งานไม้ ให้รวมถึงการเตรียมไม้และเก็บรักษาไม้ ให้มีคุณภาพดี ก่อนนำมาใช้ในงานก่อสร้าง
- 1.3 ผู้ควบคุมงานอาจจัดส่งตัวอย่างไม้ที่ส่งเข้าหน่วยงานก่อสร้างแล้ว ไปทดสอบยังกรมป่าไม้ เพื่อเป็นการตรวจสอบชนิดของไม้ โดยถือเป็นการและค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง
- 1.4 ไม้ทุกชิ้นที่นำมาใช้ในงานก่อสร้างจะต้องได้รับการจัดเก็บอย่างดี มีการป้องกันการบิดงอ บิดงอ แคด น้ำ ฝนและความชื้น ควรอยู่ในที่โปร่งลมพัดผ่านได้ ไม้ต้องมีคุณภาพดี ไม่มีกระพุ้ โพรง หรือรอยแตกร้าวใด ๆ ผ่านการอบและผึ่งแห้งแล้ว มีความชื้นไม่เกิน 18 % และความชื้นไม่เกิน 15 % ห้ามนำมาใช้สำหรับงานถาวร หากไม้ที่นำมาใช้งานมีการยืดหดตัวภายหลัง ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขและรับผิดชอบต่อความเสียหายที่เกิดขึ้นทั้งหมด
- 1.5 ไม้ที่ใช้ในงานในตำแหน่งที่มองเห็นได้ด้วยตา ต้องไสตกแต่งผิวให้เรียบ ไม้ที่ใช้ทำโครงเคร่าจะต้องไสเรียบและมีขนาดเท่ากันสม่ำเสมอ ห้ามใช้เศษไม้จากแบบหล่อเป็นอันขาด การยึดด้วยตะปู จะต้องใช้ ขนาดที่เหมาะสมกับขนาดของไม้และชนิดของเนื้อไม้
- 1.6 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่างไม้ตามระบุในแบบไม่น้อยกว่า 2 ชิ้น พร้อมรายละเอียดชนิดของไม้ ขั้นตอนการทำสี และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องต่างๆ ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการสั่งซื้อ
- 1.7 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ Shop drawing แบบขยายการติดตั้งงานไม้ต่างๆ ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง

2. วัสดุ

2.1 ประเภทของไม้

2.1.1 ไม้เนื้อแข็ง

ไม้ที่จะนำมาใช้ในการก่อสร้าง ส่วนที่ระบุเป็นไม้เนื้อแข็ง จะต้องเป็นไม้เนื้อแข็งตามมาตรฐานกรมป่าไม้ฯ ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่างพร้อมผลการทดสอบจากกรมป่าไม้ฯหรือหน่วยงานราชการไทยที่เชื่อถือได้กำกับมาด้วย คุณสมบัติเบื้องต้นของไม้เนื้อแข็งต้องทนแรงปรลัยได้ไม่น้อยกว่า 1000 Ksc. เช่น ไม้เต็ง หลุมพอ ไม้รัง ไม้แดง ไม้ประดู่ ไม้มะค่าโมง ฯลฯ การใช้งานควรใช้ไม้ที่ได้รับอนุมัติชนิดเดียวกันทั้งโครงการ

2.1.2 ไม้เนื้อแข็งปานกลาง

ใช้สำหรับส่วนที่ต้องการความแข็งแรงรองลงมาจากโครงสร้างอย่างบริเวณพื้นและวงกบ เช่น ไม้ตะเคียนทอง ไม้ตะแบก ไม้เคียง ไม้มะค่า ไม้แต้ ไม้พลวง ฯลฯ

2.1.3 ไม้เนื้ออ่อน

ใช้สำหรับส่วนที่ไม่ต้องการความแข็งแรงมากนัก ทนแรงปรลัยได้ไม่น้อยกว่า 500 Ksc. เช่น ไม้สัก ไม้ยาง ไม้อินทนิล ไม้กระบาก ไม้กระบาก ไม้สยา ไม้พะยอม ไม้ไผ่เขียว ฯลฯ หากนำไปใช้ในลักษณะงานถาวรต้องนำไปอัดน้ำยาก่อน การอัดน้ำยากต้องมีคุณภาพไม่น้อยกว่า การอัดน้ำยาของโรงงานอัดน้ำยาไม่้องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้และไม้จะต้องเก็บกองไว้เป็นระเบียบ ยกพื้นลอย ไม่มีน้ำขังและให้มีลมโกรกได้ตลอดเวลา

2.1.4 ไม้อัด

ไม้อัดทั้งหมดใช้ไม้อัดเกรดเอ ขนาด และความหนาของไม้อัดตามที่ระบุในรูปแบบ ส่วนไม้อัดที่ใช้ภายนอกทั้งหมด จะต้องเป็นไม้อัดชนิด Marine Plywood

2.1.5 ไม้แบบของส่วนโครงสร้าง ให้ใช้ไม้เนื้ออ่อนได้ หรือตามระบุในหมวดงานโครงสร้าง สำหรับคอนกรีตเปลือย คอนกรีตโชว์ผิว ผู้รับจ้างจะต้องใช้ไม้แบบที่ดี โดยได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อนการติดตั้ง เพื่อให้ได้ผิวคอนกรีตที่เรียบร้อยสวยงาม ตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบ

2.1.6 อื่นๆ ตามระบุในแบบ โดยไม้ทุกชนิดจะต้องได้รับการอนุมัติก่อนดำเนินการจากผู้ควบคุมงาน และได้รับการพิจารณาอนุมัติตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบ

2.2 คุณภาพของไม้

- ไม้ทั่วไปที่นำมาใช้ ต้องไม่ผุเปื่อยยุ่ย คดงอ มีตา หรือรูมอดเป็นกลุ่ม ไม่มีการแตกร้าว ไม่มีการแห้วและไม่มีตำหนิใดๆ ที่อาจส่งผลให้ไม้เสียกำลังหรือเสียคุณสมบัติเมื่อนำไปใช้งาน
- กระพี้ ยอมให้มีได้สำหรับงานก่อสร้างชั่วคราว หากเป็นงานถาวรจะมีพื้นที่มากกว่า 10 % ของพื้นที่หน้าไม้ไม่ได้ หรือมีจะนั้นต้องอัดน้ำยาเสียก่อน
- เส้นขวาง มุมของเส้นขวางต้องไม่ชันกว่า 1 ใน 15 กับแนวขอบไม้ทางยาว
- ห้ามใช้ไม้ที่มีน้ำหนักเบาเกินไป เมื่อเทียบกับไม้ปกติชนิดเดียวกัน ขนาดเดียวกัน
- ไม้ที่จะใช้ต้องอบจากโรงงาน จนมีความชื้นเหลืออยู่ไม่เกินที่กล่าวไว้ หากปรากฏว่าส่วนต่างๆ ของไม้ซึ่งประกอบขึ้นนั้น เกิดการแตกร้าว หดตัว บิดงอ เกินกว่าธรรมชาติของไม้บอบแห้ง ภายในระยะเวลา 12 เดือนหลังจากติดตั้งแล้ว ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนให้ใหม่โดยไม่คิดมูลค่าแต่อย่างใด
- ไม้สำหรับก่อสร้างทั้งหมด (ยกเว้นไม้สัก) เมื่อตกแต่งพร้อมที่จะประกอบเข้าเป็นส่วนของอาคาร จะต้องมีความหนาเหลือไม่น้อยกว่าที่ระบุ ดังต่อไปนี้

ขนาดไม้ (นิ้ว)	ใส่แต่งแล้วเหลือไม้เล็กกว่า (นิ้ว)
1 / 2	3 / 8
3 / 4	5 / 8
1	1 3/16
1 ½	1 5/16
2	1 13/16
2 ½	2 ¼
3	2 13/16
4	3 13/16
5	4 13/16
6	5 13/16
7	6 13/16
8	7 13/16

2.3 งานไม้ตกแต่งภายใน

ให้ยึดถือตามแบบงานตกแต่งภายในเป็นหลัก หากไม่ระบุให้ยึดถือตามนี้

- งานไม้ตกแต่งจะต้องมีการขัดแต่งลงกระดานทราย จนกระทั่งรอยอันเกิดจากเครื่องจักร เครื่องมือหมดไป ไม่มีส่วนเสียหายใดๆ ปรากฏให้เห็นด้วยสายตาในงานแต่งผิวไม้ตกแต่งภายในก่อนการทาสี
- งานไม้ตกแต่งภายในจะต้องทำด้วยโครงไม้สัก Finger-Joint อย่างดีที่สามารถป้องกันปลวกได้ มั่นคงแข็งแรง ได้แนวและระดับ ประณีตสวยงาม ใต้รูปร่างตามแบบ
- ตัวเคาน์เตอร์ หรือเฟอร์นิเจอร์อื่นๆ จะต้องทำให้ถูกต้องครบถ้วนตามระบุในแบบและรายการ และสามารถปรับให้พอดีกับสถานที่จริง ตามการอนุมัติของผู้ควบคุมงาน
- อุปกรณ์ประกอบเฟอร์นิเจอร์ ให้ใช้ชนิด สแตนเลส

2.4 งานโลหะประกอบต่าง ๆ

- การยึดงานไม้ หากมีได้ระบุในแบบก่อสร้างหรือรายการก่อสร้าง แต่เพื่อความมั่นคงแข็งแรง ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งเพื่อให้แข็งแรงเรียบร้อย โดยเป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเอง
- การยึดด้วยตะปูหรือตะปูควง ความยาวของตะปูที่ใช้ต้องไม่น้อยกว่า 2 เท่าของความหนาไม้ที่จะยึด
- การเจาะรูสำหรับตะปูเกลียว หรือตอกตะปูเพื่อมิให้ไม้แตก ขนาดรูที่เจาะจะต้องเล็กกว่าขนาดตะปูที่ใช้
- การยึดด้วยสลักเกลียว (Bolt) ให้เจาะรูโตกว่าขนาดสลักไม่เกิน 10 % สลักทุกตัวจะต้องมีแนวมาตรฐาน Split Ring
- โลหะอื่น ๆ ที่ใช้ประกอบในการก่อสร้างสำหรับงานไม้ เช่น ตะปู ตะปูควง น๊อต เหล็กฉาก ฯลฯ จะต้องเป็นของใหม่ทั้งหมด มีคุณภาพได้มาตรฐาน และต้องเป็นชนิดที่ทนต่อสภาพไอเค็มของทะเล โดยการชุบ Galvanize มาตรฐานการไฟฟ้า ตะปูให้ใช้ตะปูเรือ

3. การดำเนินการ

- 3.1 การบากไม้ การประกอบเข้าไม้ จะต้องขีดเส้นและวัดมุมให้ถูกต้อง แล้วจึงเลื่อย เจาะ ใส เมื่อประกอบเข้าไม้จะต้องสนิทเต็มหน้าที่ประกบกันอย่างแข็งแรงและเรียบร้อยสวยงาม
- 3.2 การต่อไม้ โดยทั่วไปจะไม่ให้ต่อไม้โดยเด็ดขาด ยกเว้นมีความจำเป็น และต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานเท่านั้น
- 3.3 การติดตั้งไม้กับโครงสร้างของอาคาร จะต้องติดตั้งอย่างระมัดระวัง และใช้เครื่องมือที่เหมาะสม โดยมีให้โครงสร้างนั้นๆ ชำรุดเสียหายได้ หากเกิดการชำรุดเสียหาย ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไข โดยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง
- 3.4 อุปกรณ์ประกอบงานไม้รวมทั้งการตอกตะปู เดือย ตะปูควง สลักเกลียว เครื่องหนีบ วงแหวน Lag Screw Expansion Bolts และ Anchor Bolts และอื่นๆ ที่ไม่ได้ระบุไว้ในแบบและรายการ แต่จำเป็นต้องยึดหรือเสริม เพื่อทำให้งานไม้แข็งแรงอย่างถาวร ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดทำทั้งสิ้น
- 3.5 ตะปูหรือตะปูเกลียวทุกตัวที่ใช้ยึดไม้ จะต้องใช้วิธีซ่อนหัวในเนื้อไม้ และสำหรับส่วนที่อยู่ภายนอกอาคาร จะต้องใช้ตะปูหรือตะปูเกลียว สแตนเลสเท่านั้น รวมถึง น๊อต ที่มองเห็นทุกตัว หรือตามที่ผู้ควบคุมงานอนุมัติ
- 3.6 การติดตั้งวงกบโดยทั่วไปให้ใช้วิธีติดตั้งพร้อมเทสเอ็น และคานทับหลัง โดยวงกบด้านที่ติดกับเสาเอ็น และคานทับหลัง ต้องเจาะร่องขนาดกว้างประมาณ 20 มิลลิเมตร ลึก 10 มิลลิเมตร ตลอดความยาววงกบ ก่อนการติดตั้งจะต้องทาอะแล็กขาวให้ทั่วทั้งวง เพื่อป้องกันน้ำปูนซึมเข้าเนื้อไม้ เมื่อติดตั้งวงกบแล้ว ต้องใช้ไม้อัดดีด้วยตะปูเข็มหัวรอบ เพื่อกันเหลี่ยมวงกบเสียหาย จนกว่าจะติดตั้งบานประตู-หน้าต่าง
- 3.7 การติดตั้งบานประตู-หน้าต่าง ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งบานและอุปกรณ์ตามระบุในแบบและรายการ โดยมีช่องว่างรอบบานประมาณด้านละ 2 มิลลิเมตร นอกจากระบุเป็นอย่างอื่นในแบบ การติดตั้งลูกบิดจะต้องติดในระดับความสูงเดียวกัน โดยมีข้อจับลูกบิดจะต้องอยู่สูงจากพื้นที่ยกแต่งแล้ว 1.00 เมตร ถึงกึ่งกลางลูกบิดหรือตามที่แบบกำหนด

- 3.8 การติดตั้งบัวเชิงผนังและบัวฝ้าเพดานไม้ ให้ใช้วิธียึดด้วยตะปูเกลียวฝังพุกและซ่อนหัว มุมทุกมุมจะต้องเข้ามุม 45 องศา ได้อย่างสนิทเรียบร้อยสวยงาม
 - 3.9 งานไม้ที่ประกอบติดตั้งเสร็จแล้ว จะต้องแข็งแรง ส่วนที่มองเห็นจะต้องได้รับการอุด แต่ง และขัดด้วยกระดาษทรายให้เรียบร้อยและสวยงาม แล้วจึงทำการทาสีตามระบุในแบบ หากไม่ระบุให้ทำสีย้อมเนื้อไม้ตามสีไม้ธรรมชาติ หรือตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบการทาสีไม้ให้ปฏิบัติตามระบุในหัวข้องานทาสีด้วยช่างที่มีฝีมือและความชำนาญในการทาสีไม้โดยเฉพาะ
 - 3.10 การเก็บรักษา ควรเก็บวัสดุไว้ในที่ที่มีสิ่งปกคลุมและแห้ง หลีกเลี่ยงจากการสัมผัสอากาศโดยตรง หรือสัมผัสความชื้นหรือพื้นที่เปียก และป้องกันปลวกได้เป็นอย่างดี จัดกองเก็บให้เรียบร้อยพร้อมรองด้วยท่อนไม้เพื่อให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก ควรกองเก็บในที่โปร่งลมพัดผ่านได้ และสามารถนำไม้เข้าเก็บได้ทันทีที่นำมาถึงบริเวณก่อสร้าง
4. งานฝีมือ
- 4.1 การก่อสร้างงานไม้ทั้งหมด ที่จะประกอบเข้าเป็นส่วนของอาคาร จะต้องใช้ช่างฝีมือที่ดี มีความชำนาญและมีประสบการณ์ในงานไม้โดยเฉพาะ
 - 4.2 กรอบไม้ แนวตะปู พุก หรืออื่นๆ ที่จะต้องมีและจำเป็นต้องทำสำหรับการยึด การประกอบหรือการติดตั้งงานไม้ ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำตามมาตรฐานของช่างฝีมือที่ดี โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน

งานหินสังเคราะห์
SIMULATED STONE FABRICATIONS

1. ขอบเขตของงาน

- 1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุและอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือและความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพที่ดี ในการติดตั้งงานพื้นปูหินและผนังปูหิน ตามระบุในแบบและรายการประกอบแบบ พร้อมมี วัสดุป้องกันความเสียหาย
- 1.2 วัสดุที่นำมาใช้ต้องเป็นวัสดุใหม่ที่ได้มาตรฐานของผู้ผลิตและคัดพิเศษ ปราศจากรอยร้าวหรือตำหนิใดๆ ไม่บิดงอ ขนาดเท่ากันทุกแผ่น
- 1.3 ผู้รับจ้างจะต้องทำการวัดและตรวจสอบสถานที่จริงบริเวณที่จะติดตั้งแผ่นหินก่อนเพื่อความถูกต้องของขนาดและระยะ ตามความเป็นจริง
- 1.4 ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้คำนวณ ออกแบบ การใช้ข้อยึดต่างๆ ความหนาแผ่นหินที่ใช้ ตำแหน่งและจำนวนข้อยึดสำหรับ ยึดติดแผ่นหิน การบากแผ่น เจาะรูแผ่น และอื่นๆ ที่จำเป็น พร้อมการตรวจสอบผนังของ อาคารให้แข็งแรงพอสำหรับการ ติดตั้งผนังหินให้มั่นคงแข็งแรงและปลอดภัย
- 1.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่างหินสังเคราะห์ (หินเทียม) ตามชนิด สี และลายที่กำหนด ขนาดเท่ากับวัสดุที่จะใช้จริง ไม่น้อยกว่า 2 ตัวอย่าง ให้ผู้ควบคุมงาน และผู้ออกแบบอนุมัติก่อนการสั่งซื้อ ตัวอย่างดังกล่าวให้รวมถึงตัวอย่างการ ติดตั้งและอุปกรณ์ประกอบที่จำเป็น เช่น ข้อยึดแผ่นหินบุผนัง ข้อบดัว การเข้ามุม การบาก เป็นต้น
- 1.6 ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Shop Drawing เพื่อให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง ดังนี้
 - แบบแปลน, รูปด้าน, รูปตัด ของงานพื้นปูหินหรืองานผนังปูหิน ลายหรือรอยต่อของแผ่นหินและเศษของแผ่น หินทุกส่วน ระบุสีของหินแต่ละสีแต่ละชนิดให้ชัดเจน
 - แบบขยายการติดตั้งบริเวณ ขอบ มุม รอยต่อ Flashing แนวบรรจบของวัสดุใกล้เคียง, ตำแหน่งและการยึด อุปกรณ์ประกอบในการติดตั้ง
 - แบบขยายอื่นที่เกี่ยวข้องหรือจำเป็น เช่น ตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์งานระบบที่เกี่ยวข้อง ช่องซ่อมบำรุง การระบายน้ำ เป็นต้น
- 1.7 ผู้รับจ้างจะต้องทำระบบกันซึมพื้นหรือผนังที่ระบุให้ทำระบบกันซึม ก่อนการเทพื้นปูนทรายปรับระดับหรือฉาบปูนรอง พื้นผนัง แล้วจึงทำการติดตั้งหิน เช่น ระบบกันซึมพื้นชั้นล่างที่ติดกับพื้นดิน เป็นต้น
- 1.8 ผนังปูหินทั้งภายนอกและภายในที่สูงเกินกว่า 2.50 เมตร จะต้องเป็นผนังที่แข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักและจะต้องติดตั้งแผ่นหินด้วยวิธีใช้ข้อยึด สแตนเลส หรือเทียบเท่า

2. วัสดุ

2.1 คุณสมบัติหินอ่อนสังเคราะห์ (หินอ่อนอัด)

- | | | | |
|---|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| - | Density | มาตรฐาน EN 14617/1 | 2.45-2.55 kg./dm ³ |
| - | Flexural Strength [bending] | มาตรฐาน EN 14617/2 | > 11 Mpa |
| - | Dimensional Stability | มาตรฐาน EN 14617/12 | Class A |
| - | Surface Spread of Flame | มาตรฐาน ASTM E 84 , BS 476 part 7 | Class A |

2.2 คุณสมบัติหินแกรนิตสังเคราะห์ (หินแกรนิตอัด)

- | | | | |
|---|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|
| - | Density | มาตรฐาน EN 14617/1 | 2.35-2.40 kg./dm ³ |
| - | Water Absorption | มาตรฐาน EN 14617/1 | < 0.10 %w/w |
| - | Flexural Strength [bending] | มาตรฐาน EN 14617/2 | > 40 Mpa |
| - | Dimensional Stability | มาตรฐาน EN 14617/12 | Class A |

-	Abrasion Resistance	มาตรฐาน EN 14617/4	250-352 mm ³ .
-	Resistance to Chemicals [acids]	มาตรฐาน EN 14617/10	Class C3 / C4
2.3	คุณสมบัติหินควอร์ชสังเคราะห์ (หินควอร์ชอัด)		
-	Density	มาตรฐาน EN 14617/1	2.35-2.45 kg./dm ³
-	Water Absorption	มาตรฐาน EN 14617/1	< 0.10 %w/w
-	Flexural Strength [bending]	มาตรฐาน EN 14617/2	> 35 Mpa
-	Compressive Strength	มาตรฐาน EN 14617/15	> 110 Mpa
-	Dimensional Stability	มาตรฐาน EN 14617/12	Class A
-	Abrasion Resistance	มาตรฐาน EN 14617/4	139-275 mm ³ .
-	Resistance to Chemicals [acids]	มาตรฐาน EN 14617/10	Class A

3. การดำเนินการ

3.1 การเตรียมพื้นผิว

- (1) ตรวจสอบพื้นที่และปรับระดับของบริเวณที่จะติดตั้ง ให้ได้ดังได้ระนาบที่ถูกต้องก่อนการปู
- (2) ทำความสะอาดพื้นผิวให้ปราศจากฝุ่น น้ำมัน สี เศษวัสดุ และสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ รวมถึงกวาดน้ำที่ค้างบนพื้นผิวให้หมดจากพื้นที่ก่อนดำเนินการติดตั้ง

3.2 การติดตั้ง

- (1) การติดตั้งแผ่นหินกับงานพื้น
 - ในการปูควรปูด้วยการซีเมนต์ที่ได้มาตรฐาน ANSI A118.1 ค่า Shear Strength > / 35 ksc. A118.5 และ CTI 64-1 ในอัตราส่วน 4.6 ลิตรต่อกาวยาซีเมนต์ 20 กก. โดยใช้น้ำสะอาดเป็นตัวผสม และในการปูควรปาดเนื้อกาวยาซีเมนต์หนา 4 – 5 มม. ด้วยเกรียงหิวเพื่อให้ได้ร่องและความหนาของกาวยาซีเมนต์ที่สม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่น และห้ามปูแบบขาลาเปาเด็ดขาด อีกทั้งควรระวังแผ่นหินไม่ให้มีความชื้นมากเกินไป เนื่องจากอาจส่งผลต่ออัตราส่วนผสมของกาวยาซีเมนต์ทำให้กาวยาซีเมนต์เสียมาตรฐานได้
 - ช่องว่างระหว่างแผ่นหินควรอยู่ที่ 1 – 2 มม. และเมื่อปูเต็มพื้นที่ตามแบบแล้วควรปล่อยให้กาวยาซีเมนต์เซตตัวตามมาตรฐานผู้ผลิตกำหนด ระหว่างนี้ทางผู้รับจ้างควรปกป้องผิวหน้าของแผ่นหินไม่ให้เกิดรอยขีดข่วนและความเสียหายใดๆ
 - การยาแนว ต้องใช้ยาแนวเฉพาะสำหรับร่องแผ่นที่เล็ก โดยยาแนวต้องมีคุณสมบัติทนสารเคมีและป้องกันราดำ ตามมาตรฐาน ANSI 118.7-1999 หรือ EN 12808-2001 โดยวัสดุยาแนวต้องอัดเต็มร่องป้องกันการเกิดโพรงอากาศ เศษวัสดุยาแนวที่ล้นเกินจำเป็นให้รีบเช็ดออกก่อนที่วัสดุยาแนวจะเซตตัว
 - ทั้งนี้ทั้งนั้น การเลือกใช้กาวยาซีเมนต์และยาแนว ผู้รับจ้างควรปรึกษาลูกค้าผู้ผลิตถึงคุณสมบัติและการใช้งานที่เหมาะสม ให้ถนัดก่อนดำเนินการติดตั้ง หากเกิดปัญหาที่บังเกิดค่าใช้จ่าย ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบทุกกรณี
- (2) การติดตั้งแผ่นหินกับงานผนัง
 - การกรุแผ่นหินบนผนัง ผนังจะต้องทำระบบกันซึมแบบ Cement Baseรายละเอียดตามหมวดงานป้องกันความชื้นและการกันซึม ก่อนการปูหินเพื่อป้องกันความชื้นทำปฏิกิริยากับกาวยาซีเมนต์ เพราะอาจส่งผลให้แผ่นหินหลุดล่อนได้

- ในการปูควรปูด้วยกาวยาซีเมนต์ที่ได้มาตรฐาน ANSI A118.1 ค่า Shear Strength $>/ 35 \text{ ksc}$. A118.5 และ CTI 64-1 ในอัตราส่วน 4.6 ลิตรต่อกาวยาซีเมนต์ 20 กก. โดยใช้น้ำสะอาดเป็นตัวผสม และควรปาดเนื้อกาวยาซีเมนต์ทั้งที่ผนังและแผ่นหินด้วยเกรียงหวี เพื่อให้ได้เนื้อกาวยาซีเมนต์ที่หนาสม่ำเสมอเต็มพื้นที่
- สำหรับผนังที่สูงเกิน 3 เมตร ควรใช้กาวยาซีเมนต์ที่มีคุณสมบัติสูง แรงยึดเกาะสูง และใช้ระบบการติดตั้งแบบ Mechanical ร่วมด้วย เช่น การใช้หมุดหรือขอแขวน
- ช่องว่างระหว่างแผ่นหินควรอยู่ที่ 1 – 2 มม. และเมื่อปูเต็มพื้นที่ตามแบบแล้วควรปล่อยให้กาวยาซีเมนต์เซตตัวตามมาตรฐานผู้ผลิตกำหนด ระหว่างนี้ทางผู้รับจ้างควรปกป้องผิวหน้าของแผ่นหิน ไม่ให้เกิดรอยขีดข่วนและความเสียหายใดๆ
- การยาแนว ต้องใช้ยาแนวเฉพาะสำหรับร่องแผ่นที่เล็ก โดยยาแนวต้องมีคุณสมบัติทนสารเคมีและป้องกันราดำ ตามมาตรฐาน ANSI 118.7-1999 หรือ EN 12808-2001 โดยวัสดุยาแนวต้องอัดเต็มร่องป้องกันการเกิดโพรงอากาศ เศษวัสดุยาแนวที่ล้นเกินจำเป็นให้รีบเช็ดออกก่อนที่วัสดุยาแนวจะเซตตัว
- ทั้งนี้ทั้งนั้น การเลือกใช้กาวยาซีเมนต์และยาแนว ผู้รับจ้างควรปรึกษาผู้ผลิตถึงคุณสมบัติและการใช้งานที่เหมาะสม ให้ถนัดก่อนดำเนินการติดตั้ง หากเกิดปัญหาที่บังเกิดค่าใช้จ่าย ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบทุกกรณี

4. การทำความสะอาด

ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดทุกส่วนที่เกี่ยวข้อง หลังจากการติดตั้งงานแล้วเสร็จ และต้องป้องกันไม่ให้ได้รับความเสียหายหรือสกปรกตลอดระยะเวลาก่อสร้าง

งานไฟเบอร์ซีเมนต์บอร์ด
FIBER CEMENT BOARD

1. ขอบเขตของงาน

- 1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือและความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพในการก่อสร้างงานไฟเบอร์ซีเมนต์บอร์ดทั้งหมดที่ระบุในแบบและรายการประกอบ
- 1.2 งานไฟเบอร์ซีเมนต์บอร์ดให้รวมถึงการเตรียมและเก็บรักษาให้มีคุณภาพดี ก่อนนำมาใช้ในงานก่อสร้าง
- 1.3 ไฟเบอร์ซีเมนต์บอร์ดทุกชิ้นที่นำมาใช้ในงานก่อสร้างจะต้องได้รับการจัดเก็บอย่างดี มีการป้องกันการบิดงอ ป้องกันแดด น้ำ ฝนและความชื้น ควรอยู่ในที่โปร่งลมพัดผ่านได้
- 1.4 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่างตามระบุในแบบไม่น้อยกว่า 2 ชิ้น พร้อมรายละเอียดชนิด รุ่น ขั้นตอนการทำสี และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องต่างๆ ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการสั่งซื้อ
- 1.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ Shop drawing แบบขยายอุปกรณ์ประกอบ การติดตั้ง การทำสี และขั้นตอนต่างๆ ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการดำเนินการ

2. วัสดุ

- 2.1 แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์บอร์ด ไม่มีส่วนผสมของใยหิน ผลิตจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์และเส้นใยเซลลูโลส ผ่านกระบวนการอบไอน้ำที่อุณหภูมิและแรงดันสูง (Autoclave)
- 2.2 คุณสมบัติของแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์

ตารางแสดงค่าการทดสอบและมาตรฐานการทดสอบ

คุณสมบัติ	ประสิทธิภาพ	ผลการทดสอบ	มาตรฐาน
การเปื่อยยุ่ย การบวม น้ำ กรณีโดนน้ำ ประจำ	การขยายตัวเมื่อแช่น้ำ (24 ชม.)	0.12 %	JIS A 5420
การซึมผ่านของน้ำไปอีกด้านของแผ่น	ความหนาแน่น	1,260 กก./ลบ.ม.	ASTM C 1185
	ความต้านทานการรั่วซึม(ชั่งน้ำ24ชม.)	ผ่าน	มอก. 1427-2540
	ปริมาณการดูดซึมน้ำ	34 %	-
การเปื่อยยุ่ยลักษณะแยกชั้น ที่แนวรอยตัด	ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิว	1.0 เมกะปาสคาล	JIS A 5905
การรับน้ำหนักที่แขวนกับผ้าและผนัง	ความต้านแรงดัดโค้ง	17.5 นิวตัน/ตร.มม.	ASTM C 1185
การกันความร้อน	ค่าการนำความร้อน (ค่า k)	0.084 วัตต์/ม.°c	ASTM C 117
การกันเสียงจากภายนอก	ค่าการกันเสียง (STC) (ทดสอบจาก	38 เดซิเบล	BS 2750
	แผ่นหนา 8 มม.กรู 2 ด้านไม่ใส่ฉนวน)		
การต้านทานไฟ	การไม่ติดไฟ ไม่ลามไฟ	ผ่าน	BS 476 Part 5,6 และ 7
	การทนไฟของระบบ	1 และ 2 ชม.	BS 476 Part 20-22
การไม่แตกร้าวเมื่อยึดหดตัว	การขยายตัวเมื่อแช่น้ำ (24 ชม.)	0.12 %	JIS A 5420
	การหดตัวเมื่ออบแห้ง (60°c,24 ชม.)	0.04 %	-
การดัดโค้ง	โมดูลัสยืดหยุ่น	4,500 นิวตัน/ตร.มม.	ASTM C 1185

2.3 วัสดุยึดและวัสดุยาแนว

- ตะปูเกลียวปลายแหลมและปลายสว่านปลอดสนิม ผลิตจากลวดเหล็กคุณภาพสูง มาตรฐาน DIN 7540 (Heat Treated Carbon Steel AISI C 1022) เคลือบผิวด้วยวิธี Mechanical Coating Class 3 หน้า 25 ไมครอน ตามมาตรฐาน AS 3566 – 1988
- กาวโพลีเอธิลีนยาแนว ผลิตตามมาตรฐาน ASTM D 412
- ปูนฉาบรอยต่อและอุปกรณ์ประกอบตามมาตรฐานผู้ผลิต

2.4 โครงเคร่า หากมิได้ระบุในแบบ ให้เลือกใช้ดังนี้

- โครงเคร่าฝ้าฉาบเรียบ
โครงเคร่าเหล็กกรีดเย็นชุบสังกะสีความหนา 0.52 มม. ชุบด้วยระบบ Hot Dip Galvanized มาตรฐาน JIS G 3302 ความหนาของชั้นสังกะสี 220 ก./ตร.ม. ตัว ขบวนการผลิตจากสแตนเลส มาตรฐานทดสอบการผุกร่อน ที่ ASTM B 117-97 (Salt Spray Test) เมื่อประกอบเป็นชุดแขวนแล้ว รับแรงดึงได้ไม่ต่ำกว่า 120 ม.
(Safety Factor =4) ส่วนโครงเคร่าต้องรับแรงดึงได้ Safety Factor = 5 ลักษณะเมื่อประกอบเสร็จโครงเคร่าต้องไม่บิดงอและได้ระนาบแข็งแรงตามมาตรฐานของผู้ผลิต
- โครงเคร่างานผนัง (ภายใน)
ผลิตจากเหล็กชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Hot Dip Galvanized) ตามมาตรฐาน มอก.50-2548 และ JIS G 3302 ขึ้นรูปตามมาตรฐาน มอก. 863-2532 ขึ้นรูปหน้าตัดตัว C และ ตัว U ความหนาชั้นเคลือบเหล็กที่ 220 กรัม/ตร.ม. (Z22) ความทนทานต่อการกินสนิม (Salt Spray Test) ตามมาตรฐาน ASTM B 117-97
- โครงเคร่าผนังภายนอก หากมิได้ระบุในแบบ ให้ใช้โครงเคร่าเหล็กรูปพรรณ C 75 ความหนาตามหลักการคำนวณทางหลักการระบบวิศวกรรมโครงสร้าง

3. การดำเนินการ

3.1 ติดตั้งตามแบบขยาย และรูปแบบ Shop Drawing ที่ได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

3.2 หากมิได้ระบุในแบบ ให้ใช้หลักการทั่วไป การติดตั้งดังนี้

- กรณีการใช้งานเป็นฝ้าเพดานภายในหรือภายนอก
ความหนาแผ่นตามที่ระบุในแบบ หากเป็นการติดตั้งแบบชนชิด ให้ยาแนวด้วยกาวโพลีเอธิลีน และหากใช้แผ่นแบบขอบลาดให้ใช้ปูนฉาบรอยต่อตามมาตรฐานผู้ผลิต โดยมีโครงเคร่าเหล็กชุบสังกะสี ระยะห่างโครงหลักและโครงรองเท่ากับ 100 และ 40 ซม. ตามลำดับ ยึดแผ่นด้วยตะปูเกลียวปลายแหลมชนิดหัวฝังจม
- กรณีการใช้งานเป็นผนังภายใน
ความหนาแผ่นตามที่ระบุในแบบ หากเป็นการติดตั้งแบบชนชิด ให้ยาแนวด้วยกาวโพลีเอธิลีน และหากใช้แผ่นแบบขอบลาดให้ใช้ปูนฉาบรอยต่อตามมาตรฐานผู้ผลิต โดยมีโครงเคร่าเหล็กชุบสังกะสี ระยะห่างของโครงคร่าวไม่เกิน 60 ซม. ยึดแผ่นด้วยตะปูเกลียวปลายแหลมชนิดหัวฝังจม
- กรณีการใช้งานเป็นผนังภายนอก
ความหนาแผ่นไม่ต่ำกว่า 8 มม. ติดตั้งแบบชนชิดแล้วยาแนวด้วยกาวโพลีเอธิลีน โครงคร่าวเหล็กรูปพรรณ ระยะห่างไม่เกิน 60 ซม. ยึดแผ่นด้วยตะปูเกลียวปลายสว่านชนิดหัวฝังจม

- กรณีการติดตั้งแบบดัดโค้ง

ความหนา(มม.)	รัศมีดัดโค้งที่เหมาะสม (มม.)	ระยะห่างโครงคร่าว	ระยะห่างอุปกรณ์ยึด
4	1,000	ไม่เกิน 40 ซม.	20 ซม.
6	1,500		
8	2,000		

- 3.3 หากเป็นการติดตั้งเป็นผนังภายนอก จะต้องคำนึงถึงปัจจัยแรงลมและแรงกระทบอื่น ๆ โดยมีหลักการการเลือกใช้โครงคร่าว ดังนี้

ความสูงอาคาร (เมตร)	ระยะห่างโครงคร่าว (ซม.)		
	ความหนาแผ่น		
	8 มม.	10 มม.	12 มม.
ไม่เกิน 10	40	60	60
10 – 20	ปรึกษาวิศวกร	40	50
20 – 30	ปรึกษาวิศวกร	ปรึกษาวิศวกร	40
เกินกว่า 30	ปรึกษาวิศวกร	ปรึกษาวิศวกร	ปรึกษาวิศวกร

4. การกองเก็บ

ให้เก็บในโรงเก็บหรือเก็บในที่ร่ม พื้นเรียบและแห้ง โดยจะต้องรองที่พื้นก่อนการกองวัสดุ ด้วยพาเลท (Pallet) หรือไม้หน้ากว้าง 1.5 X 3 นิ้ว วางห่างกันประมาณ 60 ซม. แล้วคลุมด้วยผ้าใบเพื่อกันฝุ่น สิ่งสกปรก และน้ำ

งานป้องกันความร้อนและความชื้น
THERMAL AND MOISTURE PROTECTION

งานป้องกันความชื้นและการกันซึม
DAMPPROOFING AND WATERPROOFING

1. ขอบเขตของงาน

- 1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพแรงงานที่มีฝีมือและความชำนาญมีระบบควบคุมคุณภาพที่ดีในการก่อสร้างงานป้องกันความชื้นและการกันซึมตามแบบและรายการประกอบแบบพร้อม การทดสอบและการรับประกันคุณภาพ
- 1.2 งานคอนกรีตผสมน้ำยากันซึมและงานระบบกันซึม ให้ปฏิบัติตามที่ระบุไว้ในส่วนของงานโครงสร้างเป็นหลัก ส่วนที่ไม่ระบุหรือส่วนเพิ่มเติมในหมวดนี้ ให้ปฏิบัติตามที่ระบุไว้นี้ หรือตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบ
- 1.3 รอยต่อปูนกับวงกบ วงกบกับกระเบื้อง หรือบานกรอบกับกระเบื้อง การป้องกันความชื้นและการกันซึม ให้ปฏิบัติตามที่ระบุไว้ในหมวดงานวัสดุอุดยาแนว
- 1.4 ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่าง วิธีการติดตั้ง และ Shop drawing เสนอผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติ ก่อนการสั่งซื้อ
- 1.5 การรับประกัน ผู้รับจ้างจะต้องเลือกใช้วัสดุและวิธีการป้องกันความชื้นและการกันซึมได้ดี สามารถรับประกันคุณภาพได้ไม่น้อยกว่า 5 ปี

2. วัสดุ

- 2.1 ลักษณะพื้นที่แบบลาดฟ้าหรือพื้นที่ที่ไม่มีการเทคอนกรีตทับหน้า
ให้ติดตั้งวัสดุกันซึมประเภท Polyurethane (Self-Leveling) 2 ส่วนผสม Isocyanate Terminated Polymer Liquid Solvent Free ความยืดหยุ่นมากกว่า 600 % ทนแรงดึงได้มากกว่า 16 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ความหนา 1-3 มม. พร้อม Top Coat ป้องกันรังสียูวี
- 2.2 ลักษณะพื้นที่แบบสระน้ำ แท็งก์น้ำ
ให้ติดตั้งวัสดุกันซึมประเภทซีเมนต์ยืดหยุ่น ชนิด Cementitious 2 ส่วนผสม , Polymer – modified , Elastomeric Waterproof & Protective Membrane อัตราส่วนซีเมนต์ 1.5 ส่วนต่อน้ำยา 1 ส่วน โดยมีค่า Elongation at Break มากกว่า 300% ทนแรงดันได้ 7 – 8 บาร์ , Non-Toxic , ความทนน้ำ Pressure / 120 PSI ASTM D 5385 , และได้มาตรฐาน DIN 1048
- 2.3 ลักษณะพื้นที่แบบห้องน้ำ
กันซึมประเภทซีเมนต์เบสแบบทา ชนิด 2 ส่วน ประเภทสาร Pure Acrylic Modified Cement ยืดหยุ่นตัวไม่น้อยกว่า 300% คุณสมบัติในการยึดเกาะสูง โดยมีค่าการยึดเกาะกับพื้นผิวไม่น้อยกว่า 3 Mpa ตามมาตรฐาน ASTM C 952-91 No - Toxic
- 2.4 ในส่วนอื่นใดของอาคารที่สัมผัสกับความชื้น เช่นผนังชั้นใต้ดินที่สัมผัสกับความชื้นของดิน เป็นต้น ให้เลือกใช้ระบบกันซึมได้ตามความเหมาะสม โดยผ่านการตรวจสอบคุณสมบัติจากทางผู้ควบคุมงานและผู้ออกแบบก่อนดำเนินการ

3. การดำเนินการ

ในการติดตั้ง ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำและมาตรฐานของทางผู้ผลิตโดยเคร่งครัด โดยได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน และศึกษารวมถึงปฏิบัติการติดตั้งของระบบกันซึมแต่ละประเภทให้เหมาะสมกับพื้นที่และการทำงาน อีกทั้งในการติดตั้งจะต้อง

ประสานงานกับส่วนอื่น ๆ โดยจัดทะขั้ตอนและแผนปฏิบัติงานให้สอดคล้องกับงานอื่น ๆ หากมีปัญหาหรือข้อขัดแย้งในการติดตั้ง จะต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบ เพื่อพิจารณาแก้ไขในทันที และหากว่าตามสภาพหน้างานจริงมีแรงดันน้ำสูงกว่ามาตรฐาน ให้เพิ่มความหนาหรือจำนวนของชั้นกันซึมได้ โดยได้รับการตรวจสอบจากผู้ควบคุมงานและไม่สามารถคิดเป็นมูลค่าเพิ่มเติมได้

4. การทดสอบ

เมื่อติดตั้งวัสดุป้องกันความชื้นและการกันซึมเสร็จแล้ว จะต้องมีการทดสอบว่าสามารถป้องกันการรั่วซึมของน้ำได้ดี โดยการชั่งน้ำเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 3 วัน หากเกิดการรั่วซึม ผู้รับจ้างต้องทำการแก้ไขให้เรียบร้อย โดยเป็น ค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง

5. การทำความสะอาด

ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดทุกส่วนที่เกี่ยวข้อง หลังจากการติดตั้งงานป้องกันความชื้นและการกันซึมแล้วเสร็จ และต้องป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายหรือสกปรกตลอดระยะเวลาก่อสร้าง

1. ขอบเขตของงาน

- 1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือและความชำนาญ โดยมีระบบควบคุมคุณภาพที่ดีในการก่อสร้างงานป้องกันความร้อน ตามที่ระบุในแบบและรายการประกอบแบบ พร้อมการรับประกันคุณภาพ
- 1.2 หากไม่ระบุในแบบ ให้ถือว่าจะต้องมีการติดตั้งงานป้องกันความร้อนในชั้นบนสุดของอาคารเหนือฝ้าเพดาน ตามที่ระบุไว้
- 1.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งเอกสารข้อมูลทางด้านเทคนิค กรรมวิธีการติดตั้ง และ Shop drawing แสดงรายละเอียดต่าง ๆ พร้อมขึ้นตัวอย่างขนาด 10 X 10 ซม. จำนวน 3 ชุดเสนอต่อผู้ออกแบบและผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการสั่งซื้อ
- 1.4 ผู้รับจ้างจะต้องเสนอขั้นตอนการตรวจสอบ การติดตั้งงานป้องกันความร้อน การป้องกันความเสียหายต่องานก่อสร้างอื่น พร้อมการทำความสะอาดหลังการติดตั้ง
- 1.5 การรับประกัน ผู้รับจ้างจะต้องเลือกใช้วัสดุและวิธีการป้องกันความร้อนได้ดี สามารถรับประกันคุณภาพได้ไม่น้อยกว่า 5 ปี

2. วัสดุ

2.1 ฉนวน Polyester

คุณสมบัติโดยทั่วไป มีดังนี้

- ชนิดของวัสดุ ทำจาก	Polyester Fiber
- น้ำหนัก	1650 กรัม/ตารางเมตร
- ความหนาแน่น (Density)	33 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร
- ความหนา (Thickness)	50 มิลลิเมตร +/- 10%
- ประสิทธิภาพการป้องกันเสียง (STC)	ISO 717 PART 1 ระดับ 5
- ประสิทธิภาพการดูดซับเสียง (NRC)	ISO 354 : NRC 0.80
- การนำความร้อน (K Value)	0.041 W/m. ² K
- การต้านความร้อน (R Value)	1.238 m. ² K/W
- ลักษณะการติดไฟ (Flammability)	ASTM E84 : CLASS A

2.2 ฉนวนใยแก้ว

คุณสมบัติโดยทั่วไป มีดังนี้

- ต้องได้มาตรฐานตาม มอก.486-2527 หรือ มอก.487-2527
- ฉนวนใยแก้วต้องมีคุณสมบัติในการกันความร้อน (Thermal Insulation) และมีความสามารถในการดูดซับเสียง (Acoustic Insulation)
- วัสดุต้องไม่ลุกติดไฟ [Non – Flammable] ตามมาตรฐาน ASTM E84 และ BS476
- สามารถทนต่อแรงกด และคืนตัวได้หลังการกดทับ
- วัสดุต้องป้องกันการเป็นหยดน้ำ (Condensation) และไม่อมน้ำ
- ฉนวนใยแก้วจะต้องหุ้มรอบด้านด้วยแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ เสริมแรง 3 ทางชนิดไม่ลามไฟ ความหนาตามที่ระบุในแบบ
- คุณสมบัติเบื้องต้นของฉนวนใยแก้วกันความร้อน ชนิดใช้ปูนฝ้าเพดาน (หากมิได้ระบุในแบบ)

Property	Test Method	Specification
Thermal Conductivity	ASTM C 518	12 กก. / ลบ.ม.
Btu.in / ft ² .h.°F at 75°F		0.26
W / m.K at 24°C		0.038

- คุณสมบัติเบื้องต้นของฉนวนใยแก้วกันความร้อน ชนิดใช้สำหรับงานหลังคา งานผนัง หลังคาเหล็กกรีด หลังคา คอนกรีต ฯลฯ (หากมีได้ระบุในแบบ)

Property	Test Method	Specification				
Thermal Conductivity	ASTM C 518	12 kg/m ³	16 kg/m ³	24 kg/m ³	32 kg/m ³	48 kg/m ³
Btu.in / ft ² .h.°F at 75°F		0.26	0.25	0.24	0.23	0.22
W / m.K at 24°C		0.038	0.036	0.035	0.033	0.031

3. การดำเนินการ

ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตวัสดุป้องกันความร้อน โดยได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน ขั้นตอนในการติดตั้งจะต้องประสานงานกับงานส่วนอื่นๆ เช่น งานติดตั้งแป, งานติดตั้งท่อร้อยสายไฟ, โคมไฟฟ้าเพดาน, งานติดตั้งท่อน้ำยา และเครื่องปรับอากาศใต้หลังคา ค.ส.ล., งานติดตั้ง Sleeve และรูระบายน้ำต่างๆ ของงานระบบสุขาภิบาล เป็นต้น การติดตั้งวัสดุกันความร้อน ผู้รับจ้างจะต้องทำการป้องกันงานส่วนอื่นของอาคาร ไม่ให้เกิดความสกปรกหรือเสียหาย จะต้องจัดทำขั้นตอนและแผนปฏิบัติงานให้สอดคล้องกันกับงานส่วนอื่นๆ หากมีปัญหาในการติดตั้ง จะต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบ เพื่อพิจารณาแก้ไขปัญหาในทันที

4. การทำความสะอาด

เมื่อทำการติดตั้งงานป้องกันความร้อนแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดสิ่งสกปรกที่เกิดขึ้นจากการติดตั้งงานป้องกันความร้อนให้เรียบร้อย และต้องป้องกันไม่ให้สกปรกหรือเสียหายตลอดระยะเวลาก่อสร้าง

งานหลังคาเหล็กรีดลอน
SHEET METAL ROOFING

1. ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุ แรงงาน และอุปกรณ์ที่จำเป็น เพื่อทำการก่อสร้างแผ่นเหล็กรีดลอน [Metal Sheet] ให้ถูกต้องตามรูปแบบและรายการงานก่อสร้าง และจะต้องส่งแบบ Shop Drawing พร้อมรายการคำนวณให้ผู้ออกแบบพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการทุกครั้ง

2. วัสดุ

2.1 คุณสมบัติ

หากมิได้ระบุไว้ในแบบ หลังคาโลหะรีดลอนผลิตจากเนื้อเหล็กกล้ากำลังสูง G550- AZ 150 มีค่า Yield Strength ไม่ต่ำกว่า 550 Mpa.และจะต้องมีความหนาของแผ่นเหล็กไม่รวมชั้นเคลือบไม่น้อยกว่า 0.48 มม. วัสดุแผ่นหลังคาเป็นแผ่นเหล็กเคลือบสารป้องกันการผุกร่อน ผลิตโดยขบวนการชุบร้อนแบบต่อเนื่อง สารเคลือบเป็นโลหะผสมประกอบด้วย อลูมิเนียม 55 % สังกะสี 43.4% และซิลิคอน 1.6% (สัดส่วนโดยประมาณ) โดยผลิตตามมาตรฐาน AS 1397-1993 หรือ AS 2728 สำหรับรุ่นเคลือบสี ความยาวจะต้องเป็นแผ่นเดียวยาวตลอดจากชายคาถึงสันหลังคา อุปกรณ์ยึดแผ่นหลังคาให้ใช้ตามมาตรฐาน JIS G-3302 หรือ ASTM A525 หรือเทียบเท่า และต้องสอดคล้องกับรายการประกอบแบบวิศวกรรมโครงสร้าง ส่วนความหนาแผ่นหากมิได้ระบุในแบบ ให้ใช้รายละเอียดดังต่อไปนี้

รายละเอียดวัสดุ (Physical Characteristics)				
ความหนาแผ่นเหล็กไม่รวมชั้นเคลือบ	0.42 มม.	0.48 มม.	0.55 มม.	0.75 มม.
Base Metal Thickness (BMT)				
ความหนาแผ่นเหล็กรวมชั้นเคลือบ	0.47 มม.	0.53 มม.	0.60 มม.	0.80 มม.
Total Coated Thickness (TCT)				
ความหนาแผ่นเหล็กรวมชั้นเคลือบสี	0.505 มม.	0.565 มม.	0.635 มม.	0.835 มม.
Paint Coated Thickness (PCT)				

2.2 ประเภทรายงานใช้งาน

- สำหรับหลังคาและผนังภายนอกของอาคาร

ชั้นเคลือบด้านบน	ประกอบด้วย	สีรองพื้น เคลือบทับด้วยสีโพลีเอสเตอร์
ชั้นเคลือบด้านล่าง	ประกอบด้วย	สีรองพื้น เคลือบทับด้วยสีโพลีเอสเตอร์ สี Shadow Grey
- สำหรับอาคารซึ่งต้องการสีทนทานเป็นพิเศษ

ชั้นเคลือบด้านบน	ประกอบด้วย	สีรองพื้น เคลือบทับด้วยสี PVDF (PVF_2)
ชั้นเคลือบด้านล่าง	ประกอบด้วย	สีรองพื้น เคลือบทับด้วยสีโพลีเอสเตอร์สี Snowgum Green
- สำหรับอาคารในบริเวณที่มีการกัดกร่อนสูง

ชั้นเคลือบด้านบน	ประกอบด้วย	สีรองพื้น แบบ High Film Build Primer เคลือบทับด้วยสี PVDF (PVF_2)
ชั้นเคลือบด้านล่าง	ประกอบด้วย	สีรองพื้น แบบ High Film Build Primer เคลือบทับด้วยสี PVDF (PVF_2) สี Flinders Grey

- สำหรับอาคารในบริเวณใกล้ชายฝั่งทะเล
ชั้นเคลือบด้านบน ประกอบด้วย สีรองพื้น เคลือบทับด้วยสีโพลีเอสเตอร์
ชั้นเคลือบด้านล่าง ประกอบด้วย สีรองพื้น เคลือบทับด้วยสีโพลีเอสเตอร์ สี Bass Grey
สีเคลือบใช้ระบบ PVF₂ (Polyvinylidene Fluoride) ตามคุณสมบัติของ KYNAR 500 ที่มีส่วนผสมของเรซิน PVDF (PVF₂) ไม่ต่ำกว่า 70% ของเนื้อสี และการเคลือบสีสำหรับอาคารในบริเวณใกล้ชายฝั่งทะเล จะมีชั้นเคลือบ AZ200 (Triple spots 200 g/m coating mass)

2.3 ส่วนประกอบอื่นๆ เช่น

- แผ่นโปร่งแสง ที่ทำจากเรซินผสมพิเศษเสริมกำลังด้วยใยแก้ว เคลือบผิวด้วยแผ่นฟิล์ม
- สกรู ได้มาตรฐาน AS 3566 Class 3 or above พร้อมซีล ยาง EPDM ป้องกันการรั่วซึม ระบุสีขณะก่อสร้าง เลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานแต่ละประเภท
- ตัวปิดกันนก (Filler Strip) หรือตัวปิดปลายลอน (End Close) ทำจาก Closed cell , Plastic Foam , Polyethylene Foam โดยเลือกใช้ให้เข้ากับรูปลอนที่ระบุในแบบ
- Flashing เลือกใช้ให้เหมาะสมกับแต่ละตำแหน่ง

3. การดำเนินการ

- 3.1 การติดตั้ง ไม่ว่าจะเป็นระบบ Bolt and Nut System หรือระบบ Boltless System ให้เลือกใช้อุปกรณ์ประกอบพร้อม การติดตั้งที่ได้มาตรฐานผู้ผลิต โดยเหมาะสมกับรุ่นและการใช้งาน
- 3.2 ควรเลือกใช้ส่วนประกอบอื่นๆ เช่น แปะ ที่ทำจากเหล็กเคลือบสังกะสีหรือทาสีป้องกันสนิม นอกจากนี้วัสดุที่ทำจาก ตะกั่วและทองแดง ห้ามนำมาใช้ร่วมกับแผ่นหลังคาเหล็กเคลือบ Zincalume เพราะอาจทำให้เกิดการผุกร่อนและเป็น สนิมบนตัวแผ่น
- 3.3 การต่อแผ่น (ซึ่งปกติจะไม่อนุญาต จะทำได้เมื่อผู้ควบคุมงานเห็นชอบเป็นกรณีๆ ไป) เนื่องจากการเชื่อมต่อแผ่นไม่สามารถทำได้ ดังนั้นถ้าต้องการต่อแผ่น ให้ใช้สกรูหรือหมุดยึดยึดรอยต่อ และซีล รอยต่อโดยรอบด้วยการซีลโคน
- 3.4 การตัดแผ่น ทุกครั้งที่ตัดควรกระทำบนพื้น และที่สำคัญควรคว่ำแผ่นลงบนพื้นผิวที่อ่อนนุ่มเพื่อป้องกันไม่ให้ผิวเคลือบ เกิดความเสียหายอันเนื่องมาจากเศษโลหะร้อน ที่เกิดขึ้นขณะตัดแผ่น และควรใช้เลื่อยไฟฟ้าซึ่งมีใบตัดเป็นโลหะ เพื่อ ลดการเกิดเศษโลหะจากการตัดและได้รอยตัดที่เรียบร้อย
- 3.5 ควรเลือกใช้แผ่นแบบเคลือบสีที่เป็นการเคลือบสีระบบเดียวกัน มาตรฐานเดียวกัน และช่วงการผลิตเดียวกัน เพื่อหลีกเลี่ยงในเรื่องความต่างของสี

4. การดูแลและจัดเก็บ

เพื่อป้องกันไม่ให้ผิวของแผ่นหลังคาเกิดความเสียหาย ดังนั้นการเคลื่อนย้ายแผ่นควรสวมถุงมือที่แห้งสะอาด และอย่าลากแผ่น ไปบนพื้นผิวที่ขรุขระหรือลากไปบนแผ่นด้วยตนเอง การกองเก็บควรวางบนพื้นยกและอยู่ในที่แห้ง หากวางอยู่กลางแจ้งจะต้อง จัดหาวัสดุปิดคลุมเพื่อป้องกันน้ำฝนและความเปียกชื้น ที่อาจเกิดแทรกอยู่ระหว่างแผ่น หากแผ่นหลังคาเกิดการเปียกชื้นให้รีบ แยกแผ่นออกจากมัดแล้วเช็ดให้แห้ง จากนั้นจึงนำไปฝังลม

5. การทำความสะอาด

ควรกวาดเศษโลหะ คอนกรีต และเศษวัสดุต่าง ๆ ที่เกิดจากการตัดเจาะจากการทำงานอื่น ๆ ออกจากบริเวณหลังคาโดยทันที

วัสดุอุดยาแนว JOINT SEALANT

1. ขอบเขตของงาน

วัสดุอุดยาแนวทั้งหมดที่ใช้ในโครงการนี้ ให้ใช้ชนิด SILICONE SEALANT ชนิดที่ไม่มีอันตรายหรือสร้างความเสียหายแก่ผิววัสดุที่จะอุด รอยต่อสำหรับอุดเพื่อป้องกันการรั่วซึม กำหนดให้ไม่เล็กกว่า 6 มม. แต่ไม่เกิน 10 มม. โดยมี Closed Cell Polyethylene Foam Backer Rod หนุนรองเสมอ ส่วนรอยต่อสำหรับงาน Curtain Wall และส่วนที่ต้องการความแข็งแรงในการจับยึด ให้เป็นไปตามรายการคำนวณ โดยใช้รุ่นที่เหมาะสมกับผิววัสดุที่จะอุดดังต่อไปนี้ ส่วนสีจะเลือกภายหลังและผู้รับจ้างต้องจัดทำ Shop Drawing เสนอต่อผู้ควบคุมงาน เพื่อพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการ

2. วัสดุ

2.1 ซิลิโคนที่ทำหน้าที่ในการยึดกระฉาก เช่น ใช้ในส่วน Curtain Wall ให้ใช้ซิลิโคนประเภท Structural Glazing Sealant กาวซิลิโคนที่ใช้ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน

- ASTM C1184 Standard Specification for Structural Silicone Sealants
- ASTM C920 Standard Specification for Elastomeric Joint Sealants, Type S, Grade NS, Class 50, Use NT,M,G,A,O
- UL 263 (ASTM E119) Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials
- TT-S-001543 A (COM-NBS)
- TT-S-00230C (COM-NBS)
- CAN 2 -19.13 M87
- TT-S-001543 A (COM-NBS)
- SWRI

2.2 ซิลิโคนสำหรับอุดยาแนวเพื่อป้องกันน้ำซึม บริเวณผิวอลูมิเนียมกับผิวปูน ผิวไม้กับผิวปูน ผิว Upvc กับผิวปูน เช่น รอยต่อรอบวงกบ เป็นต้น กาวซิลิโคนที่ใช้ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน

- ASTM C920 Standard Specification for Elastomeric Joint Sealants, Type S, Grade NS, Class 50, Use NT , T , M , G , A , O
- UL 263 (ASTM E119) Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials
- CAN 2 -19.13 M82

2.3 ซิลิโคนสำหรับอุดยาแนวกระจกโฟลท กับกระจกโฟลท ซิลิโคนยาแนวตามมาตรฐาน

- ASTM C920 Standard Specification for Elastomeric Joint Sealants, Type S, Grade NS, CLASS 25, USE NT , G , A , M
- TT-S-001543 A (COM-NBS)
- CAN 2 -19. 13M 82
- FDA Regulation NO.21 CFR 177.2600
- USDA JOINT

2.4 ซิลิโคนสำหรับยาแนวแผ่น Aluminum Composite ให้ใช้ซิลิโคนชนิดไม่ก่อให้เกิดคราบ (Non Staining Sealant & Residue Rundown) หรือซิลิโคนยาแนวชนิด 1 ส่วน ตามมาตรฐาน ASTM 920 Standard Specification for Elastomeric Joint Sealants , Type S, GRADE NS, CLASS 50, USE NT,G,A,M,O

- 2.5 ผิววัสดุอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวถึง ให้ผู้รับจ้างขออนุมัติผู้ควบคุมงานก่อนดำเนินการใด ๆ
 - 2.6 ผู้รับจ้างต้องส่งผลการทดสอบซิลิโคนยาแนว งานโครงสร้างกับวัสดุที่จะยาแนว จากห้องปฏิบัติการของผู้ผลิตซิลิโคนยาแนวที่ผู้ควบคุมงานรับรอง ก่อนที่จะเริ่มดำเนินการผลการทดสอบ ขึ้นต่ำต้องประกอบด้วย
 - การทดสอบเข้ากันได้ (Compatibility Test) ของวัสดุทั้งหมดที่ใช้ร่วมกัน ได้แก่ กระจก อลูมิเนียม โฟมหนุน (Backer Rod) (ถ้ามี) ยางหนุน (Setting Block) (ถ้ามี) เทปโฟม (Spacer) กับซิลิโคน ยาแนวที่ใช้
 - การทดสอบการยึดเกาะ (Adhesion – IN – Peel Test) ตามมาตรฐาน ASTM C 794 บนผิวกระจก และ อลูมิเนียมที่ใช้งานจริงสำหรับโครงการนี้
 - ข้อเสนอแนะจากห้องปฏิบัติการเกี่ยวกับความจำเป็นในการใช้สารรองพื้น (Primer) ชนิดสารรองพื้น และ ข้อเสนอแนะ ชนิดของสารละลายในการทำความสะอาด
 - 2.7 ซิลิโคนที่ใช้จะต้องบรรจุในกล่องที่แข็งแรงเพียงพอต่อการขนส่งมีป้ายบอกชื่อผู้ผลิตชนิดผลิตภัณฑ์ และหมายเลขการผลิต จะต้องจัดเก็บซิลิโคนยาแนวตามคำแนะนำของผู้ผลิต
3. การดำเนินการ
- การยาแนว
- 3.1 ผิวงานที่จะยาแนวจะต้องสะอาด แห้ง ปราศจากฝุ่น ไขมัน แลคเกอร์และความชื้น
 - 3.2 ต้องเช็ดทำความสะอาดผิวงานด้วยสารละลายที่ผู้ผลิตซิลิโคนแนะนำ ผ้าที่ใช้จะต้องเป็นผ้า 100 % สีขาว ใช้ผ้าผืนแรกชุบสารละลายเช็ดที่ผิวงาน แล้วใช้ผ้าผืนที่สองเช็ดตามเพื่อเป็นการดูดซับสิ่งสกปรก และไขมันทันทีก่อนที่สารละลายจะระเหย
 - 3.3 ในกรณีที่เป็น ให้ทำสารรองพื้นเพียงบาง ๆ ด้วยผ้าฝ้าย 100 % สีขาว หากสารรองพื้นมากเกินไป จนเห็นเป็นผ้าขาว ให้ใช้ผ้าสะอาดเช็ดออกให้หมดรอยผ้า
 - 3.4 ติดเทปโฟม (Spacer) ยางหนุน (Setting Block) โฟม หนุน (Backer rod) และส่วนประกอบอื่น ๆ ตาม Shop Drawing ที่ได้รับการอนุมัติ
 - 3.5 ฉีดซิลิโคนยาแนวโดยใช้ช่างที่มีประสบการณ์เพียงพอ ในการฉีดซิลิโคนยาแนวได้อย่างประณีต และไม่มีฟองอากาศ การฉีดซิลิโคนยาแนวอาจฉีดแบบมือบีบหรือใช้แรงลมอัดก็ได้และปิดก่อนซิลิโคนเริ่มแข็งตัว หลังจากฉีดซิลิโคนยาแนวแล้วลอกเทปกระดาษออกทันที
 - 3.6 ไม่เคลื่อนย้ายแผงกระจก จนกว่าซิลิโคนยาแนวจะแข็งตัวเต็มที่ ระยะเวลาขึ้นอยู่กับคำแนะนำของผู้ผลิตซิลิโคนที่ใช้
 - 3.7 งานประตู หน้าต่าง ที่อยู่ภายนอกอาคาร และต้องรับลม ฝน โดยตรงจะต้องยาแนวด้วยระบบ Dual Defense Wet & Dry Glazing System ซึ่งเป็นการยาแนวรอยต่อ กระจกกับขอบอลูมิเนียม ส่วนด้านนอกด้วยซิลิโคน ส่วนด้านในใช้ยางอัดชนิด EPDM หรือ Neoprene ตามความเหมาะสม ร่องกระจก กับขอบอลูมิเนียมที่จะยาแนวต้องกว้างไม่น้อยกว่า 1/6 นิ้ว และจะต้องมีวัสดุประเภท Closed Cell Polyethylene Foam / Tape หรือ Spacer รองรับเสมอ
4. การควบคุมคุณภาพการทำงานของวัสดุอุดยาแนว
- ให้มีระบบการบันทึกการหมุนเวียนของซิลิโคนยาแนว ดังรายละเอียดต่อไปนี้
 - วันที่ที่รับรอง
 - ชื่อและหมายเลขผลิตภัณฑ์
 - วันที่เบิกของไปใช้
 - ชื่องานที่นำไปใช้

- ให้มีการสกัดแนวซิลิโคนยาแนว (Deglazing) เพื่อตรวจสอบความเต็มของแนวยาตามความกว้างของยาแนว (Structural Bite) และการยึดเกาะ (Adhesion) ระหว่างซิลิโคนยากับผิวงานปริมาณการกรีดแนวมีดังนี้

50 แฉกแรก	ตรวจสอบ	1	แผ่น
ทุก 100 แฉกต่อไป	ตรวจสอบ	1	แผ่น

ทุก ๆ ชุดการผลิตจะต้องมีหมายเลขประจำแฉกเพื่อให้สามารถตรวจสอบได้หากพบข้อบกพร่องภายหลังผลทดสอบการกรีดแนวจะต้องส่งให้ผู้ควบคุมงานเพื่อตรวจสอบ
- จัดให้มีการรับประกันผลงานซิลิโคนยาแนวเป็นเวลา 10 ปี โดยผู้ผลิตซิลิโคนยาแนว

5. การทำความสะอาด

ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดพื้นผิวที่อุดยาแนวแล้วเสร็จ ให้ปราศจากคราบ หรือรอยใด ๆ ก่อนส่งมอบงาน

6. การรับประกัน

ผู้รับจ้างจะต้องทำเอกสารประกันคุณภาพวัสดุ ว่าถูกต้องตามการใช้งาน และไม่รั่วซึม วัสดุอุดยาแนวต้องคงสภาพการใช้งานอย่างดียอย่างน้อย 5 ปี นับจากวันส่งมอบงาน ความเสียหายใด ๆ ที่เกิดก่อน การส่งมอบงานหรือภายในระยะเวลาของการรับประกัน อันมีผลเนื่องมาจากการผลิต การขนส่ง การติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องชดใช้โดยการซ่อมแซม ปรับปรุง หรือตามการตัดสินใจของผู้ควบคุมงาน โดยเป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

หมวด 07
งานประตูหน้าต่างและกระจก
OPENINGS

งานประตูและวงกบอลูมิเนียม
ALUMINIUM DOORS AND FRAMES

งานหน้าต่างอลูมิเนียม
ALUMINIUM WINDOWS

1. ขอบเขตของงาน

- 1.1 ผู้รับจ้างต้องส่งรายละเอียด ข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ ข้อมูลทางเทคนิคข้อแนะนำ การติดตั้งและข้อมูลอื่น ๆ เกี่ยวกับสินค้าของตน ตามที่ผู้ควบคุมงานต้องการเพื่อพิจารณาอนุมัติ
- 1.2 ผู้รับจ้างส่งตัวอย่างวัสดุ ผลิตภัณฑ์ พร้อมตัวอย่างสี และอุปกรณ์ทั้งหมดที่จะใช้จริงในโครงการนี้ ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติ
- 1.3 ผู้รับจ้างจะต้องทำ Shop Drawing และรายการคำนวณ มาเสนอผู้เสนอผู้ควบคุมงานจำนวน 3 ชุดเพื่อตรวจสอบและพิจารณาอนุมัติ โดย Shop Drawing จะต้องแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้
 - บริเวณตำแหน่งที่จะใช้
 - หน้าตัดและความหนาของอลูมิเนียม
 - อุปกรณ์ประกอบทั้งหมด เช่น มือจับ กุญแจ บานพับ โช๊คอัพ ล้อเลื่อน ฯลฯ
 - กรรมวิธีการติดตั้ง การยึดติดกับโครงสร้างต่าง ๆ
 - การใส่โลหะเสริมความแข็งแรงของอลูมิเนียม เพื่อยึดอุปกรณ์ต่าง ๆ
 - รอยต่อและการใช้วัสดุอุดยาแนวเพื่อป้องกันน้ำ
 - รายละเอียดอื่น ๆ ตามที่ผู้ควบคุมงานต้องการ
- 1.4 เมื่อ Shop Drawing และรายการคำนวณได้รับการพิจารณาอนุมัติแล้ว ผู้รับจ้างต้องจัดทำสำเนา Shop Drawing ที่ได้รับอนุมัติ แจกจ่ายให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องใช้ทำงานก่อสร้างด้วย
- 1.5 ระยะเวลาในการเสนอรายละเอียดผลิตภัณฑ์ รายการคำนวณ และการเสนอ Shop Drawing ให้ที่ปรึกษา ผู้ควบคุมงาน เพื่อให้สัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้าง
- 1.6 การพิจารณาอนุมัติรายการคำนวณ Shop Drawing และวัสดุต่าง ๆ ของผู้ควบคุมงานมิได้หมายความว่าผู้รับจ้างจะพ้นจากความรับผิดชอบงานเหล่านี้ ผู้รับจ้างยังคงต้องรับผิดชอบต่อความผิดพลาดทั้งหลายที่เกิดขึ้น ทั้งในด้านค่าใช้จ่ายและเวลาที่สูญเสียไปทั้งหมด

2. วัสดุ

2.1. คุณสมบัติอลูมิเนียม

เนื้อของอลูมิเนียมนั้นจะต้องเป็น Alloy ชนิด 6063-T5 ซึ่งมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก. หรือ ASTM Specification โดยมีค่าไม่ต่ำกว่าที่กำหนด ดังนี้

• Ultimate Tensile Strength	22,000	PSI
• Yield	21,000	PSI
• Shear	17,000	PSI
• Elastic Modulus	10,000,000	PSI

2.2 ผิวของอลูมิเนียม

- Anodized Finishing ความหนาผิวชุบ (Anodized Film) ไม่ต่ำกว่า 13 – 17 Micron ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ (Allowable Tolerance) ± 2 Micron
- ผิว Powder Coat ความหนาผิวชุบ 60 Micron ชนิดสี PE –F หรือตามที่ระบุในแบบ

2.3 ความหนาของอลูมิเนียมหน้าตัด

- ชุดประตู-หน้าต่างบานเลื่อน เฟรม ราง เสาร์รับกระจกให้ความหนาอย่างน้อย 1.75 มม. หรือตามที่ระบุในแบบ
- ชุดประตู- หน้าต่างบานเปิด บานกระทุ้ง วงกบใช้ความหนาอย่างน้อย 2.0 มม. กรอบบานใช้หนาอย่างน้อย 2.0 มม. หรือตามที่ระบุในแบบ
- ชุดประตูบานสวิง วงกบที่ไม่เสริมเหล็กและกรอบบานใช้ความหนา 2.3 มม. หรือตามหลักการคำนวณ
- ทุกชุดข้างต้นใช้ตัวประกอบบาน (ไม่ใช้ตัวรับน้ำหนักกระจกใช้ความหนา 1.2 มม.)
- ช่องแสงหรือกรอบติดตาย ความหนาไม่ต่ำกว่า 2.0 มม. หรือตามที่ระบุในแบบ
- อลูมิเนียมตัวประกอบต่าง ๆ ความหนาไม่ต่ำกว่า 1.2 มม.
- เกล็ดอลูมิเนียมชนิดพับปลายกันน้ำฝน ความหนาไม่ต่ำกว่า 1.5 มม. หรือตามที่ระบุในแบบ

2.4 อุปกรณ์ประกอบอลูมิเนียม

ส่วนประกอบต่าง ๆ ของประตู – หน้าต่างอลูมิเนียม ได้แก่ สกรู ใช้ชนิด Stainless Steel ยางใส่ กระจกทั้งหมดให้ใช้ชนิด Neoprene ส่วนที่เป็นบานเปิดให้ใส่ สลักลาดระหว่างช่องว่าง สำหรับประตู – หน้าต่างที่ติดกับภายนอก จะต้องใช้เส้นสลักลาดประเภทที่เสริมแผ่น Polyurethane ตรงกลาง ลูกล่อสำหรับบานเลื่อนทุกบานต้องเป็นลูกล่อในลอนชนิดที่มีความแข็งแรงเป็นพิเศษ โลหะส่วนต่าง ๆ สำหรับเสริมความแข็งแรงของประตู – หน้าต่างอลูมิเนียม จะต้องได้รับการป้องกันสนิมก่อน แล้วทาด้วย Bituminous Paint บริเวณที่โลหะสัมผัสกับผิวอลูมิเนียมทุกจุด

3. การดำเนินการ

3.1 รายการคำนวณ

ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการคำนวณและออกแบบหน้าต่างและความหนาของงานอลูมิเนียมทั้งหมดโดยใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ดังต่อไปนี้ แล้วเสนอผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติ

3.1.1 ความสามารถในการต้านทานแรงลม ให้ใช้วิธีดังต่อไปนี้

- งานอลูมิเนียมสำหรับความสูงของอาคาร ตั้งแต่ 10 ม. แรกจากพื้น เท่ากับ 50 ม./ตร.ม.
- งานอลูมิเนียมสำหรับความสูงของอาคาร ตั้งแต่ 10-20 ม. เท่ากับ 80 ม./ตร.ม.
- งานอลูมิเนียมสำหรับความสูงของอาคาร ตั้งแต่ 20-40 ม. เท่ากับ 120 ม./ตร.ม.
- งานอลูมิเนียมสำหรับความสูงของอาคาร ตั้งแต่ 40 ม. ขึ้นไป เท่ากับ 160 ม./ตร.ม.
- หรือตามที่วิศวกรกำหนด โดยเป็นไปตามหลักวิศวกรรมศาสตร์

3.1.2 ค่า Allowable Deflection ต้องไม่เกิน $L/175$ เมื่อ L คือความยาวของ Member

3.1.3 ในการออกแบบหน้าต่างอลูมิเนียมให้ยึดหลักความแข็งแรงและการป้องกันน้ำจากภายนอกสู่ภายในอาคาร

3.1.4 ความหนาของอลูมิเนียมที่กำหนดไว้ในรายการก่อสร้างนี้เป็นความหนาขั้นต่ำที่ยอมให้ในกรณีที่ผู้รับจ้างคำนวณแล้ว ผลการคำนวณแสดงให้เห็นว่าความหนาของอลูมิเนียมจำเป็นต้องมากกว่าที่กำหนดให้

ผู้รับจ้างจะต้องใช้ความหนาตามที่คำนวณได้ หรือในกรณีที่ผลการคำนวณแสดงให้เห็นว่าความหนาของอลูมิเนียมสามารถใช้บางกว่าที่กำหนดให้ได้ให้ผู้รับจ้างใช้ความหนาที่กำหนดไว้ในรายการก่อสร้างนี้โดยเคร่งครัด ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เพิ่มขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงความหนาหรือการเสริมโลหะเพื่อความแข็งแรงอื่น ๆ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบแต่เพียงผู้เดียว และจะถือเป็นข้ออ้างในการขอต่อเวลาตามสัญญาไม่ได้

3.1.5 คุณสมบัติของประตู – หน้าต่าง อลูมิเนียม

Air Infiltration Test	ต้องได้มาตรฐาน ASTM E – 283-1983
Water Penetration Test	ต้องได้มาตรฐาน ASTM E – 331-1983
Structural Performance Test	ต้องได้มาตรฐาน ASTM E – 330-1979

3.2 การติดตั้ง

- งานอลูมิเนียมทั้งหมดจะต้องติดตั้งโดยช่างผู้ชำนาญงานโดยเฉพาะให้เป็นไปตามแบบขยายและรายละเอียดต่าง ๆ ตาม Shop Drawing วงกบและกรอบบานของงาน อลูมิเนียมจะต้องได้ดิ่งและฉากถูกต้องตามหลักช่างที่ดี
- ตะปูเกลียวสำหรับยึดงานอลูมิเนียมติดกับปูน จะต้องใช้ร่วมกับทุกชนิดที่ทำด้วยในลอน ระยะที่ยึดจะต้องไม่เกินกว่า 50 ซม. การยึดจะต้องมั่นคงแข็งแรงตะปูเกลียวที่ใช้ในส่วนที่มองเห็นให้ใช้ชนิด สแตนเลสสำหรับส่วนที่มองเห็นให้ใช้ชนิดที่ชุบ Cad Plated ได้
- รอยต่อรอบ ๆ วงกบประตูหน้าต่าง ทั้งภายในและภายนอก ส่วนที่แนบติดกับปูนคอนกรีตหรือวัสดุอื่นจะต้องอุดด้วย One Part Silicone Sealant และรองรับด้วย Joint Backing ชนิด Poly –Ethylene โดยจะต้องทำความสะอาดรอยต่อให้ปราศจากคราบน้ำมันและสิ่งสกปรกเสียก่อน ในกรณีที่จำเป็นจะต้องใช้ Primer ช่วยในการอุดยาแนว ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามกรรมวิธีของผู้ผลิตวัสดุอุดยาแนวอย่างเคร่งครัด โดยเป็นค่าใช้จ่ายของทางผู้รับจ้างเอง แล้วจึงแต่งแนวให้เรียบร้อย โดยขนาดของรอยต่อจะต้องกว้างไม่น้อยกว่า 6 มม. แต่ไม่เกิน 10 มม.
- การสัมผัสกันระหว่างอลูมิเนียมกับโลหะอื่น ๆ จะต้องทาสีด้วย Acrylic – Resistant Bituminous Paints หรือ Zinc – Chromate Primer หรือ Isolator Tape ตลอดบริเวณที่โลหะทั้ง 2 สัมผัสกันเสียก่อน
- ยางอัดกระจกให้ทำมาจากวัสดุ Neoprene หรือ EPDM โดยให้ใช้สำหรับประตูหน้าต่างภายในอาคารเท่านั้น ส่วนยางรองกระจกให้ใช้ยาง Neoprene ความแข็ง 85 Durometer ขนาดและจำนวนเหมาะสมกับขนาดกระจก
- Weather Strip ให้ทำมาจากวัสดุประเภท Poly-Propylene โดยความสูงของใบ (Wool Pile) ที่ใช้ ต้องมากกว่าช่องว่างประมาณ 15% ตลอดแนว
- ภายหลังการติดตั้งประตูหน้าต่างอลูมิเนียมพร้อมอุปกรณ์ประกอบทั้งหมด จะต้องได้รับการปรับให้อยู่ในลักษณะที่ปิด-เปิดได้โดยสะดวก ไม่ติดขัด

4. การบำรุงรักษาและทำความสะอาด

- 4.1 เมื่อติดตั้งวงกบและ/หรือประตูอลูมิเนียมเสร็จแล้ว แต่งงานก่อสร้างส่วนอื่นหรือชั้นบนยังดำเนินการอยู่ เช่น งานก่ออิฐฉาบปูน, งานเทพื้นปูนทราย เป็นต้น ผู้รับจ้างจะต้องพ่น Strippable PVC Coatings เพื่อป้องกันผิวของอลูมิเนียมไม่ให้เกิดความเสียหายจากน้ำปูนหรือจากสิ่งอื่นใด
- 4.2 เมื่อติดตั้งงานอลูมิเนียมแล้วเสร็จ ขอบกบพรองใดๆ ก็ตามที่เกิดขึ้นโดยเฉพาะการรั่วซึมของน้ำฝน จะต้องได้รับการแก้ไขจนใช้การได้ดี และไม่มีกรั่วซึม ด้วยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง
- 4.3 ก่อนส่งมอบงาน ผู้รับจ้างจะต้องซ่อมแซมส่วนต่างๆ ของอาคารที่ชำรุดอันเนื่องจากการติดตั้งอลูมิเนียม พร้อมทำการทดลอง เปิด-ปิดประตูและทดลองอุปกรณ์ต่างๆ ให้สามารถใช้งานได้

- 4.4 ก่อนส่งมอบงานงวดสุดท้าย ผู้ติดตั้งจะต้องทำความสะอาดผิวอลูมิเนียมและกระจกทั้งด้านนอกและด้านในให้สะอาด ปราศจากคราบฝุ่น คราบสี หรือสิ่งอื่นใด เพื่อให้ดูสวยงาม ผู้รับจ้างต้องไม่ใช่เครื่องมือและน้ำยาทำความสะอาดที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อผิวอลูมิเนียม และกระจกได้

งานประตูและวงกบไม้
WOOD DOORS AND FRAMES

งานหน้าต่างไม้
WOOD WINDOWS

1. ขอบเขตของงาน

- 1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือและความชำนาญ ในการติดตั้งประตู-หน้าต่างไม้ ตามระบุในรูปแบบและรายการ พร้อมทำการทดสอบให้ใช้งานได้
- 1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งชิ้นส่วนตัวอย่างวัสดุบานประตู-หน้าต่างไม้ วงกบไม้และอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการสั่งซื้อ
- 1.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ Shop Drawing แสดงการติดตั้งวงกบและบานประตู-หน้าต่างไม้ พร้อมรายละเอียดต่าง ๆ ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง

2. วัสดุ

2.1 วงกบประตู – หน้าต่าง

- วงกบประตู – หน้าต่างไม้ จะต้องประกอบด้วยการเข้าเดือยและเข้ามูมอย่างประณีต แข็งแรง จะต้องไล่เขาะร่อง บังใบ ตกแต่งตามลักษณะการใช้งานชนิดไม้ที่ใช้ทำวงกบให้ใช้ไม้ตะเคียนทอง (Hopea Odorata) ที่ผ่านการอบแห้งดีแล้ว หรือตามที่ระบุในแบบ
- วงกบทุกตัวก่อนนำไปติดตั้งให้ทาด้วยแชลแลคขาว 1 ครั้ง เมื่อติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องเรียบ ไม่มีรอยตะปู รอยค้อน หรือรอยแตกตามขอบไม้

2.2 บานประตู – หน้าต่าง

บานประตูไม้อัด โดยทั่วไปจะต้องมีคุณสมบัติตรงตาม มอก. 192-2528 มีความหนาไม่ต่ำกว่า 35 มม. เป็นประตูที่ผลิตสำเร็จรูปจากโรงงานต้องได้ฉลาก ไม่บิดงอ ประตูส่วนที่จะใช้ติดกับภายนอกอาคารและห้องน้ำห้องส้วม ให้ใช้ประตูไม้อัดชนิดกันน้ำ ประตูไม้อัดทั้งหมดให้ใช้เกรด A

- บานประตูไม้ จะต้องประกอบและติดตั้งโดยช่างไม้ฝีมือดี อาจจะต้องตัดแต่งเพื่อให้พอดีกับวงกบสะดวกในการเปิดและมีที่ว่างสำหรับความหนาของสีที่จะทาโดยให้มีระยะช่องว่างประมาณ 1.5 – 3 มม. ควรตรวจสอบความเรียบร้อย ถูกต้องของวงกบและบานเสียก่อน ถ้าพบข้อผิดพลาดให้ทำการแก้ไขให้เรียบร้อย ในกรณีที่ลูกฟักบานประตูเป็นวัสดุอย่างอื่น เช่นกระจกให้ดูรายละเอียดงานกระจกเพิ่มเติม

2.3 บานกรอบประตูไม้และบานกรอบหน้าต่างไม้ จะต้องประกอบขึ้นจากไม้สักเกรด A และจะต้องประกอบมาจากโรงงาน ให้เรียบร้อย การบากและการเข้าไม้จะต้องแน่นและสนิท และมีขนาดตามระบุในแบบความหนา 35 มม. ชนิดทนความชื้นได้ดี หรือตามวัสดุประสงค์ของผู้ออกแบบและตามที่ระบุในแบบ

2.4 หากแบบระบุให้ติดมุ้งลวด ให้ติดตั้งมุ้งลวดอย่างดีสีดำ หรือตามวัสดุประสงค์ของผู้ออกแบบ กรอบประตูไม้สักขนาด 37.5 X 125 มม. (1 ½ X 5") หรือกรอบหน้าต่างไม้สักขนาด 37.5 X 100 มม. (1 ½ X 4") หรือตามที่ระบุในแบบ การติดตั้งมุ้งลวดต้องตั้ง ได้ระดับ และได้แนว ยึดติดกับกรอบบานอย่างเรียบร้อยแข็งแรงทั้ง 4 ด้าน

3. การดำเนินการ

3.1 การติดตั้งวงกบไม้

ไม้วงกบที่นำเข้ามาในสถานที่ก่อสร้าง ต้องหาเซลแลคขาว 1 ครั้งโดยรอบ เพื่อป้องกันน้ำปูนซึมเข้าในเนื้อไม้ขณะเทเสาเอ็น คานทับหลัง วงกบไม้ด้านนอกโดยรอบที่ติดกับเสาเอ็น คานทับหลังต้องเจาะร่องขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 20 มม. ลึก 10 มม. และต้องทำการติดตั้งวงกบไม้ก่อนการเทเสาเอ็นและคานทับหลัง เพื่อให้วงกบไม้ยึดแน่นกับเอ็นและคานทับหลัง โดยจะต้องมีการค้ำหรือยึดตรึงวงกบไม้ให้ดี ด้วยวิธีที่เหมาะสมตามความเห็นของผู้ควบคุมงาน เพื่อป้องกันวงกบไม้คดโก่ง ยกเว้นคานทับหลังได้วงกบหน้าต่างหรือช่องแสง หรือกรณีพิเศษตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน ให้เทก่อนติดตั้งวงกบได้ โดยฝังพุกไม้ไว้ขณะเททุกระยะไม่เกิน 50 ซม. แล้วติดตั้งด้วยวิธีที่เหมาะสม โดยวงกบไม้เสียหายในส่วนของวงกบไม้ที่ติดกับผนังปูน จะต้องเจาะร่องผนังปูนรอบโดยรอบวงกบกว้าง 5 มม. ลึก 3 มม. ทั้งภายนอกและภายใน แล้วอุดด้วยวัสดุยาแนวชนิดทาสีทับได้ ทั้งนี้วิธีการทั้งหมดเป็นแนวทางในการปฏิบัติหากเกิดปัญหาหรือติดขัดในรายละเอียด ผู้รับจ้างต้องแจ้งและขอการพิจารณาตัดสินจากผู้ควบคุมงานก่อนดำเนินการ

3.2 บานประตู-หน้าต่างไม้และอุปกรณ์

- ก่อนการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องตรวจความเรียบร้อยถูกต้องของวงกบก่อน หากเกิดการคดงอของวงกบหรือจุดชำรุดอื่นใดซึ่งอาจส่งผลเสียหายต่อบานประตู-หน้าต่างภายหลัง ผู้รับจ้างต้องทำการแก้ไขให้เรียบร้อย โดยได้รับการพิจารณาอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน จึงทำการติดตั้งบานประตู-หน้าต่างได้
- การติดตั้งบาน อาจต้องมีการปรับแต่งบ้างเล็กน้อยเพื่อให้พอดีกับช่องวงกบเพื่อความสะดวกในการเปิด-ปิด และสอดคล้องกับการทำงานของช่างสี ผู้รับจ้างต้องติดตั้งและปรับแต่งบานด้วยความระมัดระวัง โดยมีช่องว่างโดยรอบบานห่างจากวงกบประมาณด้านละ 2 มม.
- การติดตั้งอุปกรณ์ เช่น บานพับ กุญแจ ลูกบิด ฯลฯ ผู้รับจ้างต้องใช้เครื่องมือที่เหมาะสม โดยจะต้องมีการกำหนดจุดก่อนทำการเจาะ เพื่อป้องกันการผิดพลาด หลังจากติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ และทำการทดสอบจนใช้งานได้ดี อุปกรณ์ต่างๆ ถ้าปรากฏเป็นรอยเนื่องจากการติดตั้ง หรือการขนส่ง หรือจากงานทาสี เป็นสนิม รอยต่าง หรือตำหนิอื่นใด ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขหรือเปลี่ยนใหม่ทันที โดยเป็นค่าใช้จ่ายของทางผู้รับจ้าง

4. การขนส่ง การเก็บ และการรักษา

ประตู-หน้าต่างไม้และวงกบ จะต้องส่งมาในสถานที่ก่อสร้างในสภาพแห้ง และต้องเก็บรักษา ให้คงสภาพแห้งอยู่เสมอการขนย้ายต้องทำด้วยความระมัดระวังทั้งระหว่างขนส่งและในสถานที่ก่อสร้าง จะต้องเก็บกองไว้ในลักษณะที่ประตูไม้และวงกบไม้ ไม่บิดเบี้ยว ไม่แตกหัก หรือเสียหายใด ๆ การเก็บวางบานประตู-หน้าต่างไม้และวงกบไม้ไว้ในสถานที่ก่อสร้าง ต้องวางในทางตั้งและเก็บไม้ไว้ในที่แห้ง มีสิ่งปกคลุม ไม่มีความชื้น ไม่มีน้ำรั่วซึม และไม่ฝนสาดเข้ามา หากปรากฏภายหลังว่างานประตู-หน้าต่างไม้บิดเบี้ยว ยึด และหดตัว หรือเกิดความเสียหายใด ๆ ผู้รับจ้างจะต้องทำการแก้ไขหรือเปลี่ยน ใหม่ทันที โดยเป็นค่าใช้จ่ายของทางผู้รับจ้าง

5. การทาสีและการบำรุงรักษา

วงกบไม้ บานประตูไม้ บานหน้าต่างไม้ทั้งหมดทั้งภายนอกและภายในให้ทาสีย้อมไม้ทั้งหมดด้วยชั้นตอนใน รายละเอียด งานสี หรือตามที่ระบุในแบบและวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบ และเมื่อทาสีเสร็จแล้ว ผู้รับจ้าง จะต้องทำการทดสอบเปิด-ปิดและใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ จนสามารถใช้การได้ดีก่อนการส่งมอบงาน

งานประตูพีวีซี
PLASTIC DOORS

1. ขอบเขตของงาน
 - 1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือและความชำนาญ ในการติดตั้งประตูตามระบุในรูปแบบและรายการ พร้อมทำการทดสอบให้ใช้งานได้
 - 1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งชิ้นส่วนตัวอย่างวัสดุบานประตู วงกบและอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการสั่งซื้อ
 - 1.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ Shop Drawing แสดงการติดตั้งวงกบและบานประตู พร้อมรายละเอียดต่าง ๆ ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง
2. วัสดุ
 - 2.1 บานประตูพีวีซี ต้องผลิตจากเม็ดพลาสติกพีวีซีที่ไม่เคยใช้งานใด ๆ มาก่อน และมีคุณภาพมาตรฐานสากล
 - 2.2 สีวงกบและบานประตูต้องเรียบสม่ำเสมอทั้งทั้งบาน และปราศจากตำหนิใด ๆ เช่น รอยขน ร้าว ปริ แตก เป็นต้น
 - 2.3 มีคุณภาพและคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก. 1013-2533
 - 2.4 มีการเคลือบสารป้องกันรังสียูวี ป้องกันเชื้อราและแบคทีเรีย
 - 2.5 รูปแบบลักษณะตามที่ระบุในแบบ หรือตามที่ผู้ออกแบบพิจารณาอนุมัติ
3. การดำเนินการ
 - 3.1 การดำเนินการติดตั้งวงกบและบานประตู ต้องได้ระดับทั้งแนวดิ่งและแนวระนาบ
 - 3.2 ควรระวังการใช้ค้อน ของมีคม หรือเหล็ก หรือวัตถุแข็ง ในการทุบ เคาะ ตกแต่งบาน
 - 3.3 ควรระวังวัตถุที่มีความร้อนหรือก่อให้เกิดความร้อนและเปลวไฟ เกิน 60 องศา
 - 3.4 หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี สารระเหย หรือสารรุนแรงอื่นใดในการทำความสะดวกบาน
 - 3.5 ดำเนินการติดตั้งตามรายละเอียด Shop drawing ที่ผู้ควบคุมงานและผู้ออกแบบพิจารณาอนุมัติ
 - 3.6 ก่อนการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบเรียบร้อยถูกต้องของวงกบก่อน หากเกิดการคดงอของวงกบหรือจุดชำรุดอื่นใดซึ่งอาจส่งผลเสียหายต่อบานประตูภายหลัง ผู้รับจ้างต้องทำการแก้ไขให้เรียบร้อย โดยได้รับการพิจารณาอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน จึงทำการติดตั้งบานประตูได้
 - 3.7 การติดตั้งอุปกรณ์ เช่น บานพับ กุญแจ ลูกบิด ฯลฯ ผู้รับจ้างต้องใช้เครื่องมือที่เหมาะสม โดยจะต้องมีการ กำหนดจุดก่อนทำการเจาะ เพื่อป้องกันการผิดพลาด หลังจากติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ และทำการทดสอบจนใช้งานได้ดี อุปกรณ์ต่าง ๆ ถ้าปรากฏเป็นรอยเนื่องจากการติดตั้ง หรือการขนส่ง หรือจากงานทาสี เป็นสนิม รอยด่าง หรือตำหนิอื่นใด ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขหรือเปลี่ยนใหม่ทันที โดยเป็นค่าใช้จ่ายของทางผู้รับจ้าง
 - 3.8 การขนส่ง การเก็บ และการรักษาประตูและวงกบ จะต้องส่งมาในสถานที่ก่อสร้างในสภาพไม่บิดเบี้ยว ไม่แตกหัก หรือเสียหายใด ๆ และต้องเก็บรักษา ให้คงสภาพอยู่เสมอ การขนย้ายต้องทำด้วยความระมัดระวังทั้งระหว่างขนส่งและในสถานที่ก่อสร้าง จะต้องเก็บกองไว้ในลักษณะมีสิ่งปกคลุม และสะอาด หากปรากฏภายหลังว่างานประตู บิดเบี้ยว ยึด และหลุด หรือเกิดความเสียหายใด ๆ ผู้รับจ้างจะต้องทำการแก้ไขหรือเปลี่ยนใหม่ทันที โดยเป็นค่าใช้จ่ายของทางผู้รับจ้าง

อุปกรณ์ประตู DOOR HARDWARE

อุปกรณ์หน้าต่าง WINDOW HARDWARE

1. ขอบเขตของงาน

- 1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพแรงงานที่มีฝีมือและความชำนาญมีระบบควบคุมคุณภาพที่ดีในการติดตั้งอุปกรณ์ประตู-หน้าต่าง (Hardware) ตามที่ได้ระบุไว้ในแบบและรายการประกอบแบบ รวมทั้งการทดสอบให้ใช้งานได้
- 1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่างอุปกรณ์ประตู-หน้าต่างทั้งหมด พร้อมรายละเอียดให้ผู้ควบคุมงานและผู้ออกแบบ เพื่อพิจารณาอนุมัติ ก่อนการดำเนินการ
- 1.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ Shop drawing แสดงระยะ ตำแหน่ง การติดตั้งของ Hardware ทุกชนิด แสดงทิศทางการเปิดของประตู รายละเอียดของกุญแจ โดยระบุการใช้งาน (Function) เพื่อให้เหมาะสมกับประตูห้องต่างๆ ตามข้อแนะนำของผู้ผลิต และตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบ และต้องจัดทำรายละเอียด ระบบ Master keys ตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบและผู้ว่าจ้าง
- 1.4 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ประตู-หน้าต่าง ตามระบุในแบบเป็นหลัก หรือต้องประสานงานกับผู้ออกแบบงานตกแต่งภายใน หากไม่ระบุในแบบใดๆ ให้ยึดถือตามที่ระบุไว้

2. วัสดุ

2.1 อุปกรณ์ประตูเหล็ก ประตู-หน้าต่างไม้

2.1.1 กุญแจลูกบิด (Cylindrical Lock)

- ใ้กุญแจต้องมี 6 PIN Cylinders ทำจาก Solid brass
- ลูกบิดทำจาก สแตนเลส ขึ้นรูปขึ้นเดียว พร้อมงาน สแตนเลส
- หากเป็นประตูที่เปิดออกภายนอก จะต้องมีย่นสแตนเลสเสริม ป้องกันการเขี่ยลิ้นกลอนลูกบิด
- หรือตามที่ระบุในรูปแบบ โดยได้รับการอนุมัติจากผู้ออกแบบและผู้ควบคุมงาน

2.1.2 กุญแจติดตาย (Deadbolt Lock)

- ต้องเป็นชนิด 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) Throw, Deadbolt ทำจาก Hardened Steel Roller สามารถป้องกันการตัดด้วยเลื่อย
- ใ้กุญแจต้องมี 6 PIN Cylinders ทำจาก Solid Brass
- ครอบหุ้มกุญแจทำจาก สแตนเลส
- หรือตามที่ระบุในรูปแบบ

2.1.3 ลูกกุญแจ

- ให้ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำลูกกุญแจและใ้กุญแจเป็นระบบ Master Key โดยแยกเป็นชั้น เป็นหลัง หรือเป็นกลุ่ม (Zone) ตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบและผู้ว่าจ้างพร้อมแผนผังแสดงการจัดทำระบบ Master Key ให้ผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อนการติดตั้ง
- ลูกกุญแจทั้งหมดรวมถึง Master Key ให้จัดทำชุดละ 3 ดอก

2.1.4 บานพับ

- ประตูเหล็กบานเปิดทางเดียว ให้ใช้บานพับชนิดสวมทำด้วย สแตนเลส ขนาดตามรูปแบบหรือหากไม่ได้ระบุ ให้ใช้ 100x125x3 มิลลิเมตร (4x5 นิ้ว) บานละ 3 ตัวหรือตามมาตรฐานของผู้ผลิตประตูเหล็ก โดยได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานและผู้ออกแบบ
- ประตู-หน้าต่างไม้บานเปิดทางเดียว ให้ใช้บานพับทำด้วย สแตนเลส ชนิดมีแหวน สแตนเลส 4 แหวน ขนาดตามระบุในแบบหรือหากไม่ได้ระบุ ให้ใช้ 100x75x2.5 มม. (4x3 นิ้ว) บานละ 3 ตัว สำหรับประตู และบานละ 2 ตัว สำหรับหน้าต่าง (สูงไม่เกิน 1.20 เมตร)
- บานพับปรับมุม สำหรับหน้าต่างบานกระทุ้ง ให้ใช้บานปรับมุมชนิดฝัง 4 แขน ขนาดตามคำแนะนำของผู้ผลิต โดยได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานและผู้ออกแบบ

2.1.5 อุปกรณ์กันกระแทกและเปิดค้างประตู (Door Bumper and Door Stopper)

- ประตูบานเปิดทุกบานให้ติดตั้งที่กันกระแทกทำด้วยยางกันกระแทกและกรอบสแตนเลส ติดตั้งตามตำแหน่งที่เหมาะสมกับบานประตู โดยได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน
- ประตูบานเปิดที่ต้องการเปิดค้างได้ ให้ติดตั้งที่กันกระแทกชนิดล็อกได้ ทำด้วย สแตนเลส ลักษณะตามที่ระบุในแบบ

2.1.6 กลอน (Bolt)

- ประตูบานเปิดคู่ ให้ใช้กลอน สแตนเลส ขนาด 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) (บน-ล่าง) เฉพาะบานที่ไม่ติดกุญแจ หรือตามที่ระบุในแบบ
- หน้าต่างบานเปิด ให้ใช้กลอนสแตนเลส บน 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) และล่าง 100 มม. (4 นิ้ว) บานละ 1 ชุด หรือตามที่ระบุในแบบ

2.1.7 มือจับ (Handle)

ขนาดและลักษณะตามที่ระบุในแบบ

2.1.8 อุปกรณ์บานเลื่อน (Sliding Door Equipments)

- สำหรับบานเลื่อนและบานเฟี้ยม ให้ใช้ชนิดรางแขวน
- สำหรับบานเลื่อนขนาดใหญ่และบานเฟี้ยม จะต้องใช้ Guide Rail ขนาดของล้อเลื่อนต้องเหมาะสมกับน้ำหนักของบานเลื่อน หรือบานเฟี้ยม จะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์ โดยได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานและผู้ออกแบบ

2.1.9 อุปกรณ์บานเกล็ดปรับมุม (Adjustable Louver)

ให้ใช้กับเกล็ดกระจกหนา 6 มิลลิเมตร ขนาด 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ชนิดมือหมุน

2.1.10 ขอรับ-ขอสับ (Hook Set)

สำหรับบานหน้าต่างบานเปิด ให้ติดขอรับ-ขอสับ สแตนเลส ยาว 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว)

2.1.11 Door Closer

ตามที่ระบุในแบบ

2.1.12 แถบกันฝนและธรณีประตู (Weather Strip and Threshold)

สำหรับประตูบานเปิดออกภายนอก (ไม่ควรเป็นบานเลื่อนและบานสวิงไม้) ให้ติดตั้งแถบยางกันฝนและต้องมีธรณีประตู เพื่อสามารถกันน้ำฝนเข้ามาในอาคารได้อย่างดี

2.1.13 Engineer Key

บานประตูช่องท่อ ให้ใช้ Engineer Key ชนิด สแตนเลส

2.2 อุปกรณ์ประตูหน้าต่างอลูมิเนียม

- ประตูบานสวิง
 - บานพับประตูบานสวิง ให้ใช้บานพับสปริง (Door Closer) ชนิดฝังอยู่ในวงกบอลูมิเนียมเหนือบานประตูชนิดเปิดค้างได้ 90 องศาทั้งสองทาง ขนาดของบานพับตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต โดยได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน
 - กุญแจประตูสวิง ให้ใช้ชนิดฝังในกรอบบาน ชนิดล็อกภายนอกด้วยกุญแจ ล็อกภายในด้วยปุ่มหมุน
 - มือจับ ตามระบุในรูปแบบ
 - กลอนสปริงสำหรับบานประตูสวิง ให้ใช้ ชนิดด้วย สแตนเลสฝังในบานกรอบ ทั้งบนและล่างขนาด 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) สำหรับบานที่ไม่ติดกุญแจประตูบานสวิง จะต้องไม่ติดตั้งอยู่ในส่วนของอาคารที่ฝนรั่วเข้าได้ ถ้ามีผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขเป็นประตูเปิดทางเดียว โดยเสนอ Shop drawing บานประตูดังกล่าวให้ผู้ควบคุมงานและผู้ออกแบบพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง
- ประตูหน้าต่างบานเลื่อน
 - กุญแจประตูบานเลื่อน ให้ใช้ชนิดฝังในกรอบบาน ชนิดล็อกภายนอกด้วยกุญแจ ล็อกภายในด้วยปุ่มหมุน
 - มือจับประตู-หน้าต่างบานเลื่อน ให้ใช้ชนิดฝังในกรอบบาน พร้อมล็อกภายในได้
 - ลูกกลิ้งประตู-หน้าต่างบานเลื่อน ให้ใช้ลูกกลิ้ง Nylon ชนิดมี Ball Bearing และมีความแข็งแรงเป็นพิเศษ ประตู-หน้าต่างบานเลื่อนทุกบานจะต้องมีระบบกันไม่ให้บานหน้าต่างหลุดจากราง อย่างปลอดภัย และกันน้ำฝนรั่วได้อย่างดี
- หน้าต่างบานกระทุ้ง
 - บานพับสำหรับหน้าต่างบานกระทุ้ง ให้ใช้ชนิดสแตนเลสแบบเปิดค้างได้ขนาดตามคำแนะนำของผู้ผลิต โดยได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานและผู้ออกแบบ
- ประตูบานกระຈເປືອຍ (กระຈເປືອຍ)
 - ให้ใช้อุปกรณ์ชนิดสแตนเลส โดยเสนอตัวอย่างพร้อมรายละเอียดให้ผู้ควบคุมงานและผู้ออกแบบ พิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้งประตูกระຈເປືອຍ จะต้องไม่ติดตั้งอยู่ในส่วนของอาคารที่ฝนรั่วเข้าได้ ถ้ามีผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขเป็นประตูเปิดทางเดียว โดยเสนอ Shop drawing บานประตูดังกล่าวให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง
- อุปกรณ์เปิดปิดประตูระบบ Key Card ตามที่ระบุในแบบ

3. การติดตั้ง

- 3.1 ผู้รับจ้างจะต้องเลือกใช้ช่างที่มีฝีมือและมีความชำนาญพร้อมเครื่องมือที่ดีในการติดตั้ง Hardware ทุกส่วนที่ติดตั้งแล้ว จะต้องได้ระดับทั้งแนวตั้งและแนวนอน ด้วยความประณีต เรียบร้อยถูกต้องตามหลักวิชาช่าง
- 3.2 ก่อนการติดตั้งผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบตำแหน่งและส่วนต่างๆที่เกี่ยวข้องในการติดตั้ง Hardware หาพบว่ามีข้อบกพร่องใดๆผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขให้ถูกต้องเรียบร้อยก่อนการติดตั้ง
- 3.3 งานติดตั้งอุปกรณ์ประตู-หน้าต่างไม้ ให้ปฏิบัติตามที่ระบุไว้ในหมวดงานประตู-หน้าต่างไม้ หัวข้อการติดตั้ง บาน ประตู-หน้าต่างไม้และอุปกรณ์
- 3.4 Hardware ที่ติดตั้งแล้วต้องมีความมั่นคงแข็งแรง เปิด-ปิดได้สะดวก เมื่อเปิดบานประตู-หน้าต่างออกไปจนสุดแล้ว จะต้องมียูนิตรองรับหรือป้องกันการกระแทก ด้วยอุปกรณ์ที่เหมาะสม มิให้เกิดความเสียหายกับประตู-หน้าต่างหรือผนัง และส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

- 3.5 ตะปูเกลียวทุกตัวที่ขันติดกับเหล็ก, ประตูด่านต่างไม้ จะต้องมีขนาดและความยาวที่เหมาะสม ถูกต้องตาม หลักวิชาช่างที่ดี การยึดทุกจุดต้องมั่นคงแข็งแรงประณีตเรียบร้อย ตะปูเกลียวให้ใช้แบบหัวฝังเรียบทั้งหมด
- 3.6 ผู้รับจ้างจะต้องมีกุญแจชั่วคราวที่ใช้ระหว่างการก่อสร้าง (Construction Keying) โดยให้เปลี่ยนกุญแจชั่วคราวเป็นกุญแจจริง ให้ถูกต้องเรียบร้อยก่อนส่งมอบงานงวดสุดท้าย
- 3.7 การทำความสะอาด
ผู้รับจ้างต้องทำความสะอาด Hardware ทั้งหมด และทุกส่วนของอาคาร ที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้ง Hardware พร้อมการตรวจสอบ Hardware ทั้งหมดไม่ให้มีรอยขีดข่วนหรือมีตำหนิใดๆ และมีความมั่นคง แข็งแรง ใช้งานได้ดี ก่อนส่งมอบงาน

กระจก GLAZING

1. ขอบเขตของงาน

- 1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือและความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพที่ดี ในการติดตั้งงานกระจก ตามระบุในแบบและรายการประกอบแบบ
- 1.2 ให้ใช้กระจกที่ผลิตภายในประเทศ กรรมวิธีผลิตแบบ Float Glass นอกจากจะระบุเป็นพิเศษในแบบ
- 1.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาตัวอย่างกระจกและวัสดุที่ใช้ในการติดตั้งงานกระจก พร้อมรายละเอียดการติดตั้ง และ Shop drawing ให้ผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อนการติดตั้ง
- 1.4 กระจกที่ใช้จะต้องมีคุณภาพดี ผิวเรียบสม่ำเสมอตลอดทั้งแผ่น ปราศจากริ้วรอยขีดข่วน ไม่หลุดลอกตา หรือฝ้าขาว
- 1.5 ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตกระจก ในการติดตั้งกระจก ใช้เครื่องมือตัดและเจาะกระจกที่ดี ถูกต้องตามหลักวิชาช่าง และจะต้องแต่งลบมุมขอบกระจกให้เรียบร้อย ไม่ให้มีคมก่อนนำไปติดตั้ง
- 1.6 ความหนาของกระจก หากไม่ระบุในแบบ ให้ใช้ความหนาของกระจกดังนี้

- สำหรับหน้าต่าง ขนาดไม่เกิน 2 ตารางเมตร (20 ตารางฟุต)	6	มม.
- สำหรับประตู ขนาดไม่เกิน 2 ตารางเมตร (20 ตารางฟุต)	6	มม.
- สำหรับกระจกติดตาย ขนาดไม่เกิน 2 ตารางเมตร (20 ตารางฟุต)	6	มม.
- สำหรับประตูกระจกเปลือย ให้ใช้กระจกนิรภัยอบความร้อน (Tempered Glass)	12	มม.
- สำหรับกระจกประตูหรือหน้าต่างที่มีการเจียรขอบ	8	มม.
- สำหรับกระจกภายนอก อาคารสูง (ตามกฎหมายควบคุมอาคาร) ต้องใช้กระจกชนิดอัดชั้นสองชั้น (Laminated Glass) ความหนาของกระจกและฟิล์ม PVB ไม่น้อยกว่า 3+0.76+3 มม.		
- สำหรับกระจกติดตาย ที่มีขนาดเกิน 2 ตารางเมตร (20 ตารางฟุต) หนาไม่น้อยกว่า	8	มม.
- กระจกทั้งหมดที่กำหนดชนิดและความหนาไว้ จะต้องได้รับการตรวจสอบ หรือคำนวณจนพิสูจน์ทราบได้ว่าสามารถทนต่อแรงภายนอกที่กระทำ และมีค่า Deflection ไม่เกิน L/90และไม่สิ้นไหว เมื่อใช้งานกระจก Glacade จะต้องมีการ Deflection ไม่เกินกว่าความหนาของกระจก การรับภาระกรรมและการแตกเนื่องจากความร้อน หรือ Shading หากมีการเสี่ยงทางวิชาการเกิดขึ้น จะต้อง Toughen หรือเพิ่มความหนาของกระจก จนสามารถพิสูจน์ความปลอดภัยได้แก่ทางวิชาการ โดยไม่มีข้อโต้แย้งใดๆทั้งสิ้น		
- 1.7 งานกระจกติดตายขนาดใหญ่ หรือผนังกระจกสูงขนาดใหญ่ จะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตกระจก โดยได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน
- 1.8 รายการคำนวณ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการออกแบบ และคำนวณความหนาของกระจกทุกชนิด โดยตรงสอดคล้องกับความต้องการที่แสดงในแบบก่อสร้าง โดยให้ใช้ข้อมูลการคำนวณตามที่ระบุไว้ในงานระบบ Curtain Wall ความหนาของกระจกที่กำหนดไว้ในแบบ และรายการก่อสร้าง เป็นความหนาขั้นต่ำที่ยอมให้ในกรณีที่ผู้รับจ้างคำนวณแล้วผลการคำนวณแสดงให้เห็นว่าความหนาของกระจกจำเป็นต้องหนากว่าที่กำหนดให้ ผู้รับจ้างจะต้องใช้ความหนาตามที่คำนวณได้ หรือในกรณีที่ผลการคำนวณแสดงให้เห็นว่าความหนาของกระจกสามารถใช้บางกว่าที่กำหนดได้ ผู้รับจ้างจะต้องใช้ความหนาตามที่กำหนดไว้ในรายการก่อสร้างอย่างเคร่งครัด ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เพิ่มขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงความหนา ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบแต่เพียงผู้เดียว และจะถือว่าเป็นข้ออ้างในการขอต่อเวลาในสัญญาไม่ได้
- 1.9 ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Shop Drawing อย่างน้อย 3 ชุด เพื่อตรวจสอบและพิจารณาอนุมัติโดยแสดงรายละเอียดต่อไปนี้

- การประกอบกระจกเข้ากับกรอบบาน
- การป้องกันน้ำ
- กรรมวิธีในการติดตั้งผนังกระจกและจุดยึดต่าง ๆ
- การahunยารองกระจก

รายละเอียดอื่น ๆ ที่ผู้คุมงานต้องการ

- 1.10 ผู้รับจ้างต้องส่งรายละเอียด ข้อกำหนดผลิตภัณฑ์ ข้อมูลทางเทคนิค ข้อเสนอแนะการติดตั้งและบำรุงรักษา รวมทั้งตัวอย่างกระจกแต่ละชนิดที่จะใช้จริง ขนาดไม่เล็กกว่า 30 x 30 ซม. ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติ

2. วัสดุ

- 2.1 กระจกใสและกระจกตัดแสง ให้ใช้ชนิด Float Glass ที่มีคุณภาพดี ผิวเรียบ สม่ำเสมอ ปราศจากริ้วรอยขีดข่วน ไม่หลุดลอก ไม่ฝ้ามัว มีคุณสมบัติตาม มอก. 54-2516 ความหนาเป็นไปตามรายการคำนวณ แต่ไม่น้อยกว่า 6.0 มม.
- 2.2 กระจกลวด (Wire Glass) ให้ใช้ความหนาไม่ต่ำกว่า 6.0 มม. ขนาดช่องของเส้นลวดในกระจก ห่างกันประมาณ 1.8 x 1.8 ซม. หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต
- 2.3 กระจกนิรภัยเทมเปอร์ สำหรับประตูและผนังกระจก ให้ใช้ความหนาไม่ต่ำกว่า 12 มม. ในกรณีกระจกครึ่งของผนังกระจกให้ใช้หนาไม่น้อยกว่า 19 มม.
- 2.4 กระจกเงาให้ทำมาจากกระจกโฟลทใส โดยมีความหนาไม่ต่ำกว่า 6 มม. ทำเป็นกระจกเงาโดยการเคลือบ 4 ชั้น คือเคลือบวัสดุเงิน เคลือบวัสดุทองแดงบริสุทธิ์และเคลือบสีโดยเฉพาะอีก 2 ชั้น
- 2.5 กระจกสะท้อนแสง (Reflective Glass) เป็นกระจกที่ทำการเคลือบผิวสะท้อนที่ด้านในของกระจก การผลิตเป็นชนิด OFF-LINE ให้ใช้ชนิด Heat Strengthened Reflective Glass ความหนาตามรายการคำนวณ แต่ต้องไม่เกินกว่า 6.0 มม. ชนิด SS หรือ TS สถาปนิกจะกำหนดในภายหลัง 1.6กระจกลามิเนตให้ใช้กระจก Heat Strengthen Reflective Glass + Interlayer + Clear Float Glass ความหนาตามรายการคำนวณแต่ต้องไม่น้อยกว่า 6 มม. + 0.0038 นิ้ว + 6 มม. หรือตามแบบ
- 2.6 กระจกอื่น ๆ คุณสมบัติตามมาตรฐานสากล

3. การดำเนินการ

- 3.1 กระจกทุกชนิดก่อนนำมาติดตั้งจะต้องได้รับการตรวจสอบให้ปราศจากความคมและมีความเรียบสม่ำเสมอ
- 3.2 การประกอบกระจกเข้ากับกรอบบาน จะต้องฝังลึกเข้าไปในกรอบบาน / วงกบ และจะต้องมียางรองรับกระจกเสมอ โดยให้ยางประเภท นีโอพรีน ความแข็งประมาณ 85 DUROMETER และจัดวางโดยมีระยะตามที่ผู้ผลิตกระจกแนะนำ
- 3.3 เมื่อประกอบกระจกเข้ากับกรอบบานเรียบร้อยแล้ว ให้หัดด้วย Polyethylene Backer Rod แล้วอุดยาแนวด้วยซิลิโคนเพื่อป้องกันน้ำทั้ง 2 ด้าน
- 3.4 งานผนังกระจก ให้ติดตั้งในลักษณะแขวน ในกรณีมีรอยต่อให้เสริมความแข็งแรงในการหิ้วกระจกด้วยแผ่นสแตนเลสหนาไม่น้อยกว่า 6 มม. เจาะรูร้อยนอต ยึดให้แข็งแรง ทั้งกระจกครึ่งและกระจกหน้าแผ่น รอยของผนังกระจกให้อุดยาแนวด้วยซิลิโคนให้เรียบร้อย หรือติดตั้งตามมาตรฐานของผู้ผลิต ภายใต้หลักการทางวิศวกรรมและความปลอดภัย
- 3.5 กระจกทุกแผ่นที่นำมาติดตั้ง จะต้องมียุทธศาสตร์ติดมาจากโรงงาน ระบุถึงบริษัทผู้ผลิต ชนิดของกระจกและความหนา อีกทั้งจะต้องติดไว้ที่กระจกจนกระทั่งที่ติดกระจกเสร็จเรียบร้อยแล้วและได้รับการตรวจจากผู้ควบคุมงานแล้ว
- 3.6 รายละเอียดการติดตั้งอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวถึง ให้ปฏิบัติตามกรรมวิธีของผู้ผลิต ซึ่งได้รับการพิจารณาอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

- 3.7 ผู้รับจ้างจะต้องระมัดระวังในการใช้วัสดุอุดยาแนว ที่ไม่ทำให้เกิดความสกปรก เลอะเทอะ หรือทำให้กระจกเสียหาย ห้ามผสมน้ำยาใด ๆ อันจะทำให้ความเข้มข้นของวัสดุอุดยาแนวน้อยลง และเมื่ออุดยากระจกแล้ว จะต้องตกแต่งวัสดุยาแนวส่วนเกินให้เรียบร้อยก่อนที่ยาแนวจะแข็งตัว ส่วนกระจกที่ติดตั้งเสร็จสมบูรณ์แล้ว จะต้องพอลิไม่แตกร้าวหรือคลาดเคลื่อน
 - 3.8 กระจกทุกชนิด ก่อนนำมาติดตั้งจะต้องได้รับการแต่งขอบให้ปราศจากความคม และมี ความเรียบสม่ำเสมอ ในจุดที่ต้องใช้ยางอัด ให้ใช้ยาง EPDM ที่ความแข็ง SHOREA 50-60 หรือหากใช้ Silicone เป็นตัวรังกระจก ต้องใช้ Structure Silicone เท่านั้น และอนุญาต ให้ใช้ Weather Seal Silicone เฉพาะในจุดที่อุดกันน้ำ และไม่ต้องรับแรงดึงหรือตามิที่ผู้ควบคุมงานอนุมัติ
 - 3.9 การประกอบกระจกเข้ากรอบบานจะต้องฝังลึกเข้าในกรอบบาน/วงกบ ไม่น้อยกว่าความหนาของกระจกและจะต้องมี ยางรองรับกระจกเสมออย่างน้อย 2 ก้อนโดยใช้ยางตัน ความแข็งประเภท 80-90 SHORE A และจัดวางโดยมี ระยะ L/4 (เมื่อ L คือ ความกว้างกระจก) ทั้ง 2 มุมแต่จะต้องห่างจากมุมไม่น้อยกว่า 150 มม.
 - 3.10 รายละเอียดการติดตั้งอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวถึง ให้ปฏิบัติตามกรรมวิธีของผู้ผลิต ซึ่งได้รับการพิจารณาอนุมัติจากผู้ควบคุมงานแล้ว
4. การทำความสะอาด
- 4.1 การล้างหรือทำความสะอาดกระจก ผู้รับจ้างจะต้องใช้น้ำยาที่ผู้ผลิตวัสดุอุดยาแนวและกระจกแนะนำไว้เท่านั้น ห้ามมิให้ใช้น้ำยาใดๆ ที่อาจจะทำให้วัสดุอุดยาแนวเสื่อมคุณภาพและผิวกระจกเสียหาย
 - 4.2 กระจกทั้งหมดที่ติดตั้งแล้วเสร็จ จะต้องทำความสะอาดทั้งสองด้าน ให้เรียบร้อย แล้วปิดบานประตู-หน้าต่างกระจก ทั้งหมด เพื่อป้องกันฝุ่นละอองหรือฝนสาด และต้องป้องกันกระจกไม่ให้มีรอยขีดข่วน แตกร้าว จนกว่าจะส่งมอบงานงวดสุดท้าย

งานยิปซัมบอร์ด
GYPSUM BOARD

1. ขอบเขตของงาน

- 1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือและความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพที่ดี ในการติดตั้งงานยิปซัมบอร์ดตามระบุในแบบและรายการประกอบแบบ
- 1.2 ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบแบบก่อสร้างและประสานงานกับผู้ติดตั้งงานระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศและระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับผนังและงานฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด เช่น งานเตรียมโครงเหล็กยึดวงกบประตู โครงเหล็กในฝ้าสำหรับยึดหลอดแขวนโครงฝ้าเพดาน, ยึดดวงโคม, ยึดท่อลมของระบบปรับอากาศ เป็นต้น เพื่อให้งานยิปซัมบอร์ดแข็งแรงและเรียบร้อยสวยงาม
- 1.3 ในกรณีที่จำเป็นต้องเตรียมช่องสำหรับเปิดฝ้าเพดาน หรือผนัง สำหรับซ่อมแซมงานระบบต่างๆ ของอาคารหรือซ่อมแซมหลังคาในภายหลัง ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งให้แข็งแรงและเรียบร้อย ตามที่กำหนดในแบบ หรือตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบ
- 1.4 ระดับความสูงของฝ้าเพดานให้ถือตามระบุในแบบแต่อาจเปลี่ยนแปลงได้เล็กน้อยตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน
- 1.5 ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างพร้อมรายละเอียด และขั้นตอนการติดตั้ง งานยิปซัมบอร์ด เช่น แผ่นยิปซัม โครงคร่อมผนัง และฝ้าเพดาน พร้อมอุปกรณ์ต่างๆ ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณานุมัติก่อนการสั่งซื้อ
- 1.6 ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Shop Drawing เพื่อให้ผู้ควบคุมงานพิจารณานุมัติก่อนการติดตั้ง ดังนี้
 - แบบแปลน, รูปด้าน, รูปตัด ของผนังหรือฝ้าเพดาน แสดงแนวโครงคร่อมระยะและตำแหน่งสวิตช์ ปลั๊ก ดวงโคม หัวจ่ายลม หัวดับเพลิงและอื่นๆ ให้ครบถ้วนทุกระบบ
 - แบบขยายการติดตั้งบริเวณ ขอบ มุม รอยต่อ การชนผนังและโครงสร้างของอาคาร
 - แบบรายละเอียดการยึด ห้อยแขวนกับโครงสร้างอาคาร หรือโครงหลังคา หรือผนังอาคาร
 - แบบขยายอื่น ที่เกี่ยวข้องหรือจำเป็น เช่น การติดตั้งท่อร้อยสายไฟ ท่อน้ำทิ้งของระบบปรับอากาศ สวิตช์ปลั๊ก ช่องซ่อมบำรุง การใช้อุปกรณ์ตกแต่งเพื่อความแข็งแรง เป็นต้น

2. วัสดุ

2.1 โครงคร่อม

- โครงคร่อมที่ – บาร์

ให้ใช้ชนิดเหล็กชุบสังกะสี ผิวหน้าเคลือบสีขาว กว้างไม่ต่ำกว่า 24 มม. โครงแขวนให้ใช้ชนิดปรับระดับได้ด้วยเหล็กสปริงชนิดไม่เป็นสนิมเส้นลวดเป็นเหล็กชุบสังกะสี เส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 4 มม. ฉากติดผนังโดยรอบจะต้องมีผิวสำเร็จเช่นเดียวกับโครงคร่อมที่-บาร์ ตัวแขวนผลิตจากเหล็กสแตนเลส มาตรฐานทดสอบการผุกร่อนที่ ASTM B 117-97 (Salt Spray Test) เมื่อประกอบเป็นชุดแขวนแล้ว รับแรงดึงได้ไม่ต่ำกว่า 120 กก. (Safety Factor =4) โครงคร่อมเป็นเหล็กชุบสังกะสี (Hot Dipped Galvanized Steel) ตามมาตรฐาน JIS G 3302 (1987) หรือมาตรฐาน มอก. 863-2532 ชั้นเคลือบสังกะสีไม่ต่ำกว่า 180 กรัมต่อ ตร.ม. มาตรฐาน ASTM C 635 ประเภท Intermediate Duty Classification หรือ Light Duty Classification

(ขึ้นอยู่กับขนาดของแผ่นยับยั้ง) และมีค่าการแอ่นตัวไม่เกิน 1/360 ของระยะแขวน กรณีเป็น T-BAR แบบเคลือบสีให้ใช้เคลือบด้วย Epoxy Primer และ Polyester ชั้นความหนาของสีอย่างน้อย 20-25 Micron

- โครงเคร่าฝ้าฉาบเรียบ

โครงเคร่าเหล็กรีดเย็นชุบสังกะสีความหนา 0.52 มม. ชุบด้วยระบบ Hot Dip Galvanized มาตรฐาน JIS G 3302 ความหนาของชั้นสังกะสี 220 ก./ตร.ม. ตัวแขวนผลิตจากสแตนเลส มาตรฐานทดสอบการผุกร่อนที่ ASTM B 117-97 (Salt Spray Test) เมื่อประกอบเป็นชุดแขวนแล้ว รับแรงดึงได้ไม่ต่ำกว่า 120 ม. (Safety Factor =4) ส่วนโครงเคร่าต้องรับแรงดึงได้ Safety Factor = 5 ลักษณะเมื่อประกอบเสร็จโครงเคร่าต้องไม่บิดงอและได้ระนาบแข็งแรงตามมาตรฐานของผู้ผลิต
- โครงเคร่ารับน้ำหนัก

โครงเคร่าเหล็กชุบสังกะสีความหนา 0.52 มม. ทำจากเหล็ก Prime Grade ชุบด้วยระบบ Hot Dip Galvanized มาตรฐาน JIS G 3302 หรือชั้นเคลือบตามมาตรฐาน มอก. 50-2548 ความหนาชั้นเคลือบเหล็กที่ 220 กรัม/ตร.ม. (Z22) สามารถรับน้ำหนักโดยมีข้อมูลเบื้องต้นตามตาราง (ประเมินจากการใช้ประกอบกับแผ่นยับยั้งความหนา 9 มม.)

ระยะห่างชุดแขวน (มม.)	ระยะห่างโครงเคร่า หลัก (มม.)	ระยะห่างโครงเคร่า ชอย (มม.)	น้ำหนักที่รับเพิ่มได้ (นอกเหนือจากนน.ฝ้าเพดาน) (กก.)
1200	1200	400	100
1500	1200	400	90
2000	1200	400	45
3000	1200	400	0

- โครงเคร่างานผนัง

ผลิตจากเหล็กชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Hot Dip Galvanized) ตามมาตรฐาน มอก.50-2548 และ JIS G 3302 ขึ้นรูปตามมาตรฐาน มอก. 863-2532 ขึ้นรูปหน้าตัดตัว C และ ตัว U ความหนาชั้นเคลือบเหล็กที่ 220 กรัม/ตร.ม. (Z22) ความทนทานต่อการเกิดสนิม (Salt Spray Test) ตามมาตรฐาน ASTM B 117-97

2.2 คุณสมบัติแผ่นยับยั้ง

- แผ่นยับยั้งทั่วไป ต้องได้มาตรฐาน มอก. 219-2524 , ASTM C 36 และผ่านการทดสอบมาตรฐาน BS 1230
- แผ่นยับยั้งป้องกันความร้อน ต้องได้มาตรฐาน มอก. 219-2544 และทดสอบการสะท้อนรังสีความร้อนตามมาตรฐาน JIS R 3106 (สะท้อนความร้อนได้ 85% เป็นอย่างต่ำ)
- แผ่นยับยั้งทนชื้น ต้องได้มาตรฐาน มอก. 219-2524 และทดสอบการดูดซึมน้ำไม่เกิน 5% ตามมาตรฐาน BS 1230
- แผ่นยับยั้งทนไฟ ต้องได้มาตรฐาน มอก. 219-2524 และสามารถออกแบบให้ทนไฟได้ตามมาตรฐาน ASTM E 119 และ BS 476,PART 22
- แผ่นยับยั้งลดเสียงสะท้อน ต้องได้มาตรฐาน NF EN 20354 รวมกับมาตรฐาน ISO/DIS 11654 มีระดับค่า NRC 0.65 – 0.8 เมื่อติดตั้งร่วมกับฉนวนซับเสียง
- แผ่นยับยั้งแบบทำความสะอาดง่าย ผิวหน้าติดทับด้วยไวนิล ต้องได้มาตรฐานการผลิตที่ ASTM C 36 , BS 1230 และ มอก. 219

- แผ่นยิปซัมแบบปลอดฝุ่น ผิวหน้าติดทับด้วยไวนิล ด้านหลังเคลือบด้วยแผ่นพีวีซีทนชื้นชนิดพิเศษ ด้านข้างเคลือบสารป้องกันการหลุดร่วงของผงยิปซัม ผ่านการทดสอบ Classification of Air Cleanliness ได้ class3 ตามมาตรฐาน ISO 14644-1 ซึ่งเทียบเท่ากับ Class 1 ตามมาตรฐาน US 209 E
- แผ่นยิปซัมเคลือบสีสำเร็จรูป ต้องได้มาตรฐานการผลิตที่ ASTM C 36 , BS 1230 และ มอก. 219
- แผ่นยิปซัมเคลือบสีและปรุลายสำเร็จรูป ต้องได้มาตรฐานการผลิตที่ ASTM C 36 , BS 1230 และ มอก.219 มีค่าการสะท้อนของแสงที่ 91%
- แผ่นอะคูสติค เป็นแผ่นใยแร่ลดเสียงสะท้อน เคลือบทับด้วยสี (Vinyl Latex) สำเร็จรูป มีอัตราการดูดซับเสียง NRC 0.5-0.7 และมีอัตราการป้องกันเสียง CAC 33-35 เดซิเบล มีคุณสมบัติไม่ลามไฟและไม่เกิดควันพิษ ค่าการป้องกันความร้อน R Factor – 2.2 (BTU units), R Factor – 0.39 (Watt units) และการทนความชื้น RH 99%

2.3 อุปกรณ์ประกอบการติดตั้ง

- สปริงล๊อค ผลิตจาก สแตนเลสที่ผ่านการทดสอบการผุกร่อน (Salt Spray Test by ASTM B 117-97) โดยเมื่อประกอบกับชุดแขวนแล้ว จะรับแรงดึงได้ไม่ต่ำกว่า 120 กก. (Safety Factor = 4) และผ่านการทดสอบความเป็นสปริงของวัสดุ โดยการทดสอบกดซ้ำที่ 1000 ครั้งแล้วไม่เกิดการเสียรูป
- อุปกรณ์ประกอบโครงเคร่าต่าง ๆ เช่น ลวดชุบสังกะสี พุกเหล็ก ฉากยึด ฯลฯ ต้องได้มาตรฐาน มอก.
- อุปกรณ์ตกแต่งระบบฝ้าเพดานและผนัง เช่น คิ้วเข้ามุมต่างๆ คิ้วเซาะร่อง อุปกรณ์เชื่อมต่อ ฯลฯ ติดตั้งตามกรรมวิธีของผู้ผลิต เพื่อความแข็งแรงและเรียบร้อยของงาน

3. การดำเนินการ

3.1 การติดตั้งโครงเคร่าที่-บาร์และแผ่นยิปซัม

การติดตั้งโครงเคร่าที่ – บาร์ ให้จับยึดหรือแขวนกับโครงสร้างอย่างมั่นคงแข็งแรงด้วยพุกเหล็กให้ได้ระดับตามที่กำหนดไว้แบบก่อสร้าง โครงเคร่าที่ – บาร์ทุกตัวจะต้องได้แนวตรงไม่คดงอเส้นตัดกันจะต้องได้จาก รอยต่อของโครงเคร่าที่ – บาร์ จะต้องเรียบร้อย ระยะโครงเคร่าที่ – บาร์ 60 x 60 ซม. หรือตามที่กำหนดให้ หิ้วด้วยตัวแขวนชนิดปรับระดับได้ ระยะห่างไม่เกิน 1.00 เมตร ตัวแขวนผลิตจากเหล็กสแตนเลส มาตรฐานทดสอบการผุกร่อนที่ ASTM B 117-97 (Salt Spray Test) เมื่อประกอบเป็นชุดแขวนแล้ว รับแรงดึงได้ไม่ต่ำกว่า 120 กก. (Safety Factor =4) โครงเคร่าเป็นเหล็กชุบสังกะสี (Hot Dipped Galvanized Steel) ตามมาตรฐาน JIS G3302(1987) หรือมาตรฐาน มอก. ชั้นเคลือบสังกะสีไม่ต่ำกว่า 180 กรัมต่อ ตร.ม. มาตรฐาน ASTM C 635 ประเภท Intermediate Duty Classification หรือ Light Duty Classification (ขึ้นอยู่กับขนาดของแผ่นยิปซัม) และมีค่าการแอ่นตัวไม่เกิน 1/360 ของระยะแขวน กรณีเป็น T-BAR แบบเคลือบสีให้ใช้เคลือบ ด้วย Epoxy Primer และ Polyester ชั้นความหนาของสีอย่างน้อย 20-25 Micron

3.2 การติดตั้งโครงเคร่าฉาบเรียบ รอยต่อและแผ่นยิปซัม

- ยึดฉากริมฝ้าฉาบเรียบกับผนังโดยรอบให้มั่นคงแข็งแรง ได้แนวและระดับที่ต้องการ ยึดจากเหล็ก 2 รู เข้ากับใต้ท้องพื้นอาคารชั้นถัดไปที่ระยะ 1.00x1.20 เมตร ด้วยพุกเหล็ก 6 มิลลิเมตร (1.00 เมตร คือระยะห่างของโครงเคร่าหลัก) ให้เสริมโครงเคร่าหลักชุดแรกห่างจากผนัง 150 มิลลิเมตร
- วัดระยะความสูงจากฉากริมถึงท้องพื้นชั้นถัดไป เพื่อตัดลวด 4 มิลลิเมตร และประกอบชุดหิ้วโครง โดยใช้สปริงปรับระดับ และอปลายด้านหนึ่งของลวด 4 มิลลิเมตร เป็นขอไว้ (หรืออาจใช้ฉากริมแทน ในกรณีมีช่องว่างระหว่างฝ้าเพดานและใต้ท้องพื้นน้อยกว่า 200 มิลลิเมตร)
- นำชุดหิ้วโครงที่ประกอบไว้ขึ้นแขวนกับฉากเหล็ก 2 รู ที่ติดตั้งไว้ทั้งหมด
- นำโครงเคร่าหลักขึ้นวางลงในขอของชุดหิ้วโครงจนเต็มพื้นที่ติดตั้งจะได้โครงเคร่าหลักทุกระยะห่าง 1.00 เมตร

- นำโครงเคร่าชอยขึ้นยึดติดกับโครงเคร่าหลัก โดยใช้ตัวล็อกโครง ติดตั้งโครงเคร่าชอยทุกระยะ 400 มิลลิเมตร
- ปรับระดับโครงเคร่าทั้งหมดอย่างละเอียดที่สปริงปรับระดับ ก่อนยกแผ่นยับขึ้นติดตั้ง
- นำแผ่นยับขึ้นขอบลาดขึ้นติดตั้งกับโครงเคร่าชอย ให้ด้านยาว (2.40 เมตร) ตั้งฉากกับแนวโครงเคร่าชอย ปลายของแผ่นด้าน 1.20 เมตร จะต้องสลับแนวกัน 1.20 เมตร ยึดโดยใช้สกรูยึดขึ้นขนาด 25 มิลลิเมตร ควรเริ่มยิงสกรูจากหัวหรือท้ายแผ่น ไ้ไปด้านที่เหลือ ให้ห่างจากขอบแผ่นประมาณ 10 มิลลิเมตร การยึดสกรูให้ยึดตามแนวโครงเคร่าชอยห่าง 240 มิลลิเมตร และยึดบริเวณขอบแผ่นด้าน 1.20 เมตร ห่าง 150 มิลลิเมตร
- ติดตั้งค้ำเข้มุม สำหรับทุกขอบ ทุกมุม เพื่อความเรียบร้อยและสวยงาม
- ใช้เกรียงโป๊วฉาบปูนลงบนรอยต่อและค้ำเข้มุมของแผ่นยับขึ้น นำเทปปิดทับกึ่งกลางแนวรอยต่อ แล้วฉาบปูนทับให้เป็นเนื้อเดียวกัน เมื่อปูนแห้งสนิท ใช้เกรียงฉาบ ฉาบปูนทับด้วยปูนฉาบรอยต่อตามแนวเดิมอีกครั้ง ปาดให้เรียบทั้งไว้ให้แห้ง หลังจากนั้นใช้กระดาษทรายเบอร์ 4 ขัดแต่งให้เรียบให้ได้ระดับและฉากด้วยอุปกรณ์วัดระดับและฉากใช้ปูนฉาบทับหัวสกรูและขัดแต่งด้วยกระดาษทรายอีกครั้งให้เรียบร้อยก่อนทาสีหรือตกแต่งผ้ายับขึ้นต่อไป

3.3 การติดตั้งโครงเคร่าผนังฉาบเรียบและแผ่นยับขึ้น

- กำหนดแนวผนังที่จะติดตั้ง พร้อมตีแนวเส้นของผนังไว้ที่พื้นและท้องพื้นอาคาร หรือหากเป็นผนังลอย (ไม่ติดท้องพื้น) อาจจะต้องเสริมโครงเหล็กแนวอนตัวบนและตัวตั้ง ตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน หรือตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบ วางเหล็กตัวยูตามแนวผนังที่ได้ตีเส้นไว้ ยึดติดกับพื้นอาคารและท้องพื้นชั้นถัดไป ด้วยทุกเหล็ก 6 มิลลิเมตร ทุกระยะ 600 มิลลิเมตร (กรณีพื้นอาคารไม่ใช่คอนกรีต หรือเป็นโครงเหล็กให้ใช้วัสดุยึดที่เหมาะสม)
- ตัดโครงเคร่าตัวซีตามความสูงของผนังที่จะกัน โดยวางลงในรางของเหล็กตัวยูให้ได้ฉากกับพื้น ทุกระยะห่าง 400 มิลลิเมตร ทำการยึดติดระหว่างโครงเคร่าตัวซีและตัวยูที่บริเวณปลายโครงเคร่าด้วยสกรูยิงเหล็กคีมย้ำเหล็ก หรือรีเวต ด้านละ 1 จุด กรณีมีการต่อแผ่นยับขึ้นในแนวตั้งที่สูงกว่า 2.40 เมตร ให้เสริมเหล็กตัวยูไว้เพื่อรับหัวแผ่นยับขึ้นที่จะติดตั้งต่อไป
- นำแผ่นยับขึ้นขอบลาดความหนา 12 มิลลิเมตร ขึ้นติดตั้งกับโครงเคร่า โดยจะติดในแนวตั้ง และยกขอบแผ่นสูงจากพื้นอาคาร 10 มิลลิเมตร เพื่อป้องกันน้ำหรือความชื้นจากพื้นเข้าสู่แผ่นยับขึ้น ยึดกับโครงเคร่าหลักด้วยสกรูยึดขึ้นขนาด 25 มิลลิเมตร ระยะห่างของสกรูแต่ละตัวในแนวตั้ง 300 มิลลิเมตร และ 200 มิลลิเมตร ในแนวนอนห่างจากขอบแผ่นยับขึ้น 10 มิลลิเมตร ให้หัวสกรูจม ลงในแผ่นยับขึ้นประมาณ 2 มิลลิเมตร (ไม่ควรให้จมทะลุกระดาษแผ่นยับขึ้นลงไป) การติดตั้งควรใช้เครื่องยิงสกรู
- ติดตั้งค้ำเข้มุม สำหรับทุกขอบ ทุกมุม เพื่อความเรียบร้อยและสวยงาม
- ฉาบรอยต่อและค้ำเข้มุมของแผ่นยับขึ้นด้วยปูนฉาบและเทปสำหรับฉาบเรียบแผ่นยับขึ้น และฉาบอุดหัวสกรู แล้วขัดแต่งปูนฉาบด้วยกระดาษทรายให้เรียบร้อย ก่อนทาสีหรือตกแต่งผนังยับขึ้นต่อไป

4. การบำรุงรักษา

งานยับขึ้นบอร์ดฉาบเรียบที่ติดตั้งเสร็จแล้ว จะต้องได้แนวระดับและแนวฉากที่เรียบร้อยสวยงาม งานฝ้าเพดาน T-Bar จะต้องได้แนวของ T-Bar ที่ตรง ไม่คดเคี้ยว ได้แนวระดับและแนวฉากที่เรียบร้อยสวยงาม งานทาสีให้ปฏิบัติตามที่ระบุไว้ในหมวดงานทาสี ผู้รับจ้างจะต้องป้องกันไม่ให้งานยับขึ้นบอร์ดสกปรกหรือเสียหายตลอดระยะเวลาก่อสร้าง

งานกระเบื้องเซรามิค CERAMIC TILING

1. ขอบเขตของงาน

- 1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือและความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพที่ดี ในการติดตั้งงานกระเบื้อง ตามระบุในแบบและรายการประกอบแบบ
- 1.2 วัสดุที่นำมาใช้ต้องเป็นวัสดุใหม่ที่ได้มาตรฐานของผู้ผลิต ปราศจากรอยร้าวหรือตำหนิใดๆ ไม่บิดงอ ขนาดเท่ากันทุกแผ่น ให้ใช้คุณภาพที่ 1 หรือเกรด A หรือเกรด พรีเมี่ยม บรรจุในกล่องเรียบร้อย โดยมีใบส่งของและใบรับรองคุณภาพจากโรงงานผู้ผลิต ที่สามารถตรวจสอบได้ และจะต้องเก็บรักษาไว้อย่างดีในที่ไม่มีควมชื้น
- 1.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่าง ชนิด และสีต่างๆ ของกระเบื้อง, เส้นขอบคิ้ว, วัสดุยาแนว พร้อมรายละเอียดและขั้นตอน ในการติดตั้งงานกระเบื้องแต่ละชนิด เช่น กระเบื้องปูพื้น กระเบื้องผนังภายในและภายนอก เป็นต้น ให้ผู้ควบคุมงาน พิจารณานุมัติก่อนการสั่งซื้อ
- 1.4 ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Shop Drawing เพื่อให้ผู้ควบคุมงานพิจารณานุมัติก่อนการติดตั้ง ดังนี้
 - แบบแปลน, รูปด้าน, รูปตัด ของการปูกระเบื้องทั้งหมด ระบุรุ่น ขนาด ของกระเบื้องแต่ละชนิด
 - แบบขยายการติดตั้งบริเวณขอบ มุม รอยต่อ การลดระดับ การยกขอบ แนวของเส้นรอยต่อ หรือเส้นขอบคิ้ว และเศษของกระเบื้องทุกส่วน แสดงอัตราความลาดเอียงและทิศทางการไหลของน้ำของพื้นที่แต่ละส่วน
 - แบบขยายอื่น ที่เกี่ยวข้องหรือจำเป็น เช่น ตำแหน่งติดตั้งท่อน้ำสำหรับจ่ายเครื่องสุขภัณฑ์ที่ผนัง ช่องระบายน้ำทิ้งที่พื้น ตำแหน่งที่ติดตั้งสวิทช์ ปลั๊ก ช่องซ่อมบำรุง เป็นต้น
 - รายละเอียดอื่นใดตามที่ผู้ควบคุมงานพิจารณาว่าสมควรแสดงในแบบ
- 1.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำระบบกันซึมพื้นหรือผนังที่ระบุให้ทำระบบกันซึม ก่อนการเทพื้นปูนทรายปรับระดับหรือฉาบปูนรองพื้นผนัง แล้วจึงทำการติดตั้งกระเบื้อง เช่น ระบบกันซึมพื้นห้องน้ำหรือพื้นที่ชั้นล่างที่ติดกับพื้นดิน เป็นต้น

2. วัสดุ

- 2.1 กระเบื้องเซรามิค สำหรับผนัง ให้ใช้กระเบื้องเกรด A มีค่าการซึมน้ำต่ำ ขนาด ลวดลาย และสี สัน ตามที่ระบุในแบบ
- 2.2 กาวซีเมนต์สำหรับปูกระเบื้อง คุณสมบัติยึดเกาะพื้นผิวเลือกใช้ให้เหมาะสมกับขนาด กระเบื้อง ขนาดร่องยาแนว และ ชนิดของพื้นผิวที่ต้องการติดตั้ง ควรคำนึงถึงค่าการดูดซึมน้ำ ของแผ่นกระเบื้องให้สัมพันธ์กับคุณสมบัติของกาวซีเมนต์ ผลิตภัณฑ์มาตรฐาน ANSI A118.1,A108.5 CTI64-1 หรือมาตรฐาน European Norm (EN) หรือเทียบเท่า
- 2.3 ยาแนว ต้องเป็นยาแนวที่มีการผสมสารป้องกันราดำ และตัวยาแนวต้องมีส่วนผสมของ Pigment สีที่ทนรังสี UV โดยเลือกใช้ให้เหมาะสมกับชนิดของกระเบื้องและขนาดร่องของยาแนว
- 2.4 น้ำยาเคลือบใสตามมาตรฐานผู้ผลิต
- 2.5 วัสดุอื่นๆ ตามระบุในแบบ โดยได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานและตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบ

3. การดำเนินการ

3.1 การเตรียมพื้นผิว

- ทำความสะอาดพื้นผิวที่จะปูหรือปูกระเบื้องให้ปราศจากฝุ่นผง คราบไขมัน เศษปูนทราย หรือสิ่งสกปรกอื่นใด แล้วล้างทำความสะอาดด้วยน้ำ
- สำหรับพื้นที่จะปูกระเบื้อง จะต้องเทพื้นทรายปรับระดับ ให้ได้ระดับและความเอียงลาดตามต้องการสำหรับผนังจะต้องฉาบปูนรองพื้นให้ได้ดัง ได้จาก ได้แนว ตามที่ระบุไว้ในหมวดงานฉาบปูน โดยใช้ปูนฉาบสำเร็จรูปชนิดหยาบ เพื่อให้ได้ผิวพื้นหรือผิวผนังที่เรียบและแข็งแรงก่อนการปูหรือปูกระเบื้อง

- หลังจากเทพื้นปูนทรายปรับระดับ หรือฉาบปูนรองพื้นผนังแล้ว 24 ชั่วโมง ให้ทำการบ่มตลอด 3 วัน ทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วจึงเริ่มดำเนินการปูกระเบื้องพื้น หรือปูกระเบื้องผนังได้
- การเตรียมแผ่นกระเบื้อง จะต้องแกะกล่องออกมาทำการเฉลี่ยสีของกระเบื้องให้สม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่นและเพียงพอ กับพื้นที่ที่จะปูหรือปูกระเบื้อง แล้วจึงนำกระเบื้องไปแช่น้ำก่อนนำมาใช้ หรือปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน
- กระเบื้องดินเผาที่ไม่เคลือบผิว ก่อนการปูหรือปูจะต้องเคลือบผิวด้วยน้ำยาเคลือบใส เพื่อป้องกันการซึมของ น้ำปูนและสียาแนว โดยเคลือบให้ทั่วผิวหน้าและขอบโดยรอบรวม 5 ด้าน อย่างน้อย 2 เทียว

3.2 การปูหรือปูกระเบื้อง

- ทำการวางแนวกระเบื้อง กำหนดจำนวนแผ่น และเศษแผ่นตาม Shop Drawing ที่ได้รับอนุมัติ แนวกระเบื้อง ทั่วไปหากไม่ระบุในแบบให้ห่างกัน 2 มิลลิเมตร หรือชิดกัน ตามชนิดของกระเบื้อง หรือตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบ
- เศษของแผ่นกระเบื้องจะต้องเหลือเท่ากันทั้ง 2 ด้าน แนวรอยต่อจะต้องตรงกันทุกด้านทั้งพื้นและผนัง หรือ ตาม Shop Drawing ที่ได้รับอนุมัติ การเข้ามุมกระเบื้องหากไม่ระบุในแบบ ให้ใช้วิธีเจียรขอบ 45 องศา ครั้ง ความหนาของแผ่นกระเบื้องประกบเข้ามุม รอยต่อรอบสุขภัณฑ์หรืออุปกรณ์ห้องน้ำต่างๆ จะต้องตัดให้ เรียบร้อยสวยงามด้วยเครื่องมือตัดที่คมเป็นพิเศษ
- ทำความสะอาดพื้นผิว แล้วพรมน้ำให้เปียกโดยทั่ว ใช้กาวยาซีเมนต์ในการยึดกระเบื้อง ด้วยการโบกให้ทั่วพื้น หรือผนัง แล้วจึงปูหรือปูกระเบื้อง ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตกาวยาซีเมนต์ โดยได้รับการอนุมัติจากผู้ ควบคุมงานก่อน
- ติดตั้งและกดแผ่นกระเบื้องตามแนวที่วางไว้ให้แน่นไม่เป็นโพรง ภายในเวลาที่กำหนดของกาวยาซีเมนต์ที่ใช้ ใน กรณีที่เป็นโพรง หรือไม่แน่น หรือไม่แข็งแรง จะต้องรื้อออกและทำการติดตั้งใหม่
- ไม่อนุญาตให้ปูกระเบื้องทับขอบวงกบใดๆ ทุกกรณี
- หลังจากปูหรือปูกระเบื้องแล้วเสร็จ ทิ้งให้กระเบื้องไม่ถูกกระทบกระเทือนเป็นเวลาอย่างน้อย 48 ชั่วโมง แล้ว จึงยาแนวรอยต่อด้วยวัสดุยาแนว โดยใช้สีที่ใกล้เคียงหรืออ่อนกว่าสีกระเบื้อง หรือตามวัตถุประสงค์ของผู้ ออกแบบ
- เช็ดวัสดุยาแนวส่วนเกินออกจากกระเบื้องด้วยฟองน้ำชุบน้ำหมาดๆ ก่อนที่วัสดุยาแนวจะแห้ง ให้ร่องและผิว ของกระเบื้องสะอาด ปล่อยให้แห้งประมาณ 2 ชั่วโมง จึงทำความสะอาดด้วยผ้าสะอาดชุบน้ำหมาดๆ ทิ้งให้ วัสดุยาแนวแห้งสนิท

4. การบำรุงรักษาและทำความสะอาด

- 4.1 งานกระเบื้องทั้งหมดที่เสร็จแล้ว จะต้องได้แนว ได้ระดับได้ตั้ง ได้สีที่เรียบสม่ำเสมอทั่วทั้งบริเวณ ความไม่เรียบรอยใด ๆ ที่เกิดขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไข โดยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง
- 4.2 หลังจากวัสดุยาแนวแห้งดีแล้วประมาณ 24 ชั่วโมง ให้ทำความสะอาดอีกครั้งด้วยน้ำ และเช็ดให้แห้งด้วยผ้าสะอาด แล้วเคลือบผิวตามพื้นปูในแบบ
- 4.3 ผู้รับจ้างจะต้องป้องกันไม่ให้งานกระเบื้อง สกปรกหรือเสียหายตลอดระยะเวลาก่อสร้าง

งานกระเบื้องยาง VINYL TILING

1. ขอบเขตของงาน

- 1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือและความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพที่ดี ในการติดตั้งงานกระเบื้อง ตามระบุในแบบและรายการประกอบแบบ
- 1.2 วัสดุที่นำมาใช้ต้องเป็นวัสดุใหม่ที่ได้มาตรฐานของผู้ผลิต ปราศจากรอยร้าวหรือตำหนิใดๆ ไม่บิดงอ ขนาดเท่ากันทุกแผ่น ให้ใช้คุณภาพที่ 1 หรือเกรด A หรือเกรด พรีเมียม บรรจุในกล่องเรียบร้อย โดยมีใบส่งของและใบรับรองคุณภาพจากโรงงานผู้ผลิต ที่สามารถตรวจสอบได้ และจะต้องเก็บรักษาไว้อย่างดีในที่ไม่มีฝุ่น
- 1.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่าง ชนิด และสีต่างๆ ของกระเบื้อง, เส้นขอบคิ้ว, วัสดุยาแนว พร้อมรายละเอียดและขั้นตอน ในการติดตั้งงานกระเบื้องแต่ละชนิด เช่น กระเบื้องปูพื้น กระเบื้องผนังภายในและภายนอก เป็นต้น ให้ผู้ควบคุมงาน พิจารณานุมัติก่อนการสั่งซื้อ
- 1.4 ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Shop Drawing เพื่อให้ผู้ควบคุมงานพิจารณานุมัติก่อนการติดตั้ง ดังนี้
 - แบบแปลน, รูปด้าน, รูปตัด ของการปูกระเบื้องทั้งหมด ระบุรุ่น ขนาด ของกระเบื้องแต่ละชนิด
 - แบบขยายการติดตั้งบริเวณขอบ มุม รอยต่อ การลดระดับ การยกขอบ แนวของเส้นรอยต่อ หรือเส้นขอบคิ้ว และเศษของกระเบื้องทุกส่วน แสดงอัตราความลาดเอียงและทิศทางการไหลของน้ำของพื้นที่แต่ละส่วน
 - แบบขยายอื่น ที่เกี่ยวข้องหรือจำเป็น เช่น ตำแหน่งติดตั้งท่อน้ำสำหรับจ่ายเครื่องสุขภัณฑ์ที่ผนัง ช่องระบายน้ำทั้งที่พื้น ตำแหน่งที่ติดตั้งสวิทช์ ปลั๊ก ช่องซ่อมบำรุง เป็นต้น
 - รายละเอียดอื่นใดตามที่ผู้ควบคุมงานพิจารณาว่าสมควรแสดงในแบบ
- 1.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำระบบกันซึมพื้นหรือผนังที่ระบุให้ทำระบบกันซึม ก่อนการเทพื้นปูนทรายปรับระดับหรือฉาบปูนรองพื้นผนัง แล้วจึงทำการติดตั้งกระเบื้อง เช่น ระบบกันซึมพื้นห้องน้ำหรือพื้นที่ชั้นล่างที่ติดกับพื้นดิน เป็นต้น

2. วัสดุ

- 2.1 มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน BS 3260 : 1969 หรือมาตรฐาน European Norms (EN) 685 CLASS 32 (สำหรับอาคารสำนักงาน) เนื้อกระเบื้องยางต้องเป็นแบบ Homogeneous ความหนาแน่นไม่ต่ำกว่า 2 มม. และไม่มีส่วนผสมของแร่ใยหิน (Asbestos Free) มีการผลิตด้วยระบบ High Pressure Impact Process มีชั้นป้องกันสารเคมีหรือที่ผิวหน้าและเคลือบผิวหน้าด้วย Polyurethane สำเร็จรูป หากเป็นรุ่นที่มีการป้องกันไฟฟ้าสถิต จะต้องมีความต้านทานไฟฟ้าสถิตย์ $1 \times 10^4 - 1 \times 10^6$ ohms หรือ $1 \times 10^7 - 1 \times 10^9$ ohms ขึ้นกับรุ่นที่ระบุในแบบ
- 2.2 ปูนทรายปรับระดับสำเร็จรูปมาตรฐาน มอก. หรือตามที่ผู้ควบคุมงานพิจารณาเห็นชอบ
- 2.3 น้ำยาเคลือบเงา (Wax) น้ำยาเคลือบเงาแบบควบคุมไฟฟ้าสถิตที่ใช้คู่กับกระเบื้องยางแบบควบคุมไฟฟ้าสถิต กาว และวัสดุประกอบการติดตั้งอื่น ๆ ตามมาตรฐานผู้ผลิต

3. การดำเนินการ

- 3.1 การเตรียมพื้นผิว
 - พื้นที่ปูกระเบื้องยางจะต้องเตรียมเพื่อระดับความหนาประมาณ 40 มิลลิเมตรและเทพื้นทรายรองพื้นอีกชั้นหนึ่ง ให้เหลือความหนาเท่ากับความหนาของกระเบื้องยางที่ใช้ อัตราส่วนปูนทรายใช้ปูนซีเมนต์ 1 ส่วนต่อทราย 3 ส่วน แล้วทำการขัดผิวพื้นให้เรียบและได้ระดับสม่ำเสมอ

3.2 การดำเนินงาน

- พื้นที่ที่จะปูกระเบื้องยางจะต้องแห้งสนิท และทำความสะอาดปราศจากเศษปูนทรายฝุ่นผง คราบน้ำมันต่าง ๆ และดำเนินการปูตาม Shop Drawing ที่ได้รับการอนุมัติ
- กาวที่ใช้ยึดแผ่นกระเบื้องยางให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตกระเบื้องยาง การดำเนินงานปูและติดตั้งบัวเชิงผนังจะต้องใช้ช่างที่มีฝีมือประณีตและประสบการณ์ดีมาดำเนินการและห้องที่ทำการปูกระเบื้องยางเสร็จแล้วจะต้องบดทับด้วยลูกกลิ้งซึ่งมีน้ำหนักประมาณ 50 กก. แล้วจะต้องทิ้งไว้ให้ระบายนํ้าไม่น้อยกว่า 7 วัน
- ผู้รับจ้างจะต้องจัดผู้ดูแลมิให้ฝนสาด หรือเกิดการพองตัว ในขณะที่กาวที่ใช้ยังไม่แห้งสนิท หากเกิดการพองตัว หรือหลุดล่อน ผู้รับจ้างจะต้องรื้อทั้งห้องและทำการปูใหม่ เมื่อกาวกระเบื้องยางแห้งแข็งตัวดีแล้วให้เคลือบขัดผิวหน้าด้วย WAX ชนิดนํ้า ผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตกระเบื้องยางอย่างน้อย 2 ครั้ง
- ติดตั้งกระเบื้องยางชนิดควบคุมไฟฟ้าสถิตต้องใช้เคลือบเงาชนิด Conductive แทนเคลือบเงาแบบธรรมดา เพื่อคงคุณสมบัติด้านทานไฟฟ้าในแผ่นกระเบื้องยางให้คงอยู่
- ในการเคลือบเงาพื้นแต่ละครั้ง ต้องรอให้แว็กซ์แห้งสนิทก่อนทำการเคลือบชั้นต่อไป
- ดำเนินกรรมวิธีการปูตามมาตรฐานผู้ผลิตประกอบกัน

4. การบำรุงรักษาและทำความสะอาด

- 4.1 งานกระเบื้องทั้งหมดที่เสร็จแล้ว จะต้องได้แนว ได้ระดับ ได้ดิ่ง ได้สีที่เรียบสม่ำเสมอทั่วทั้งบริเวณความไม่เรียบร้อยละใด ๆ ที่เกิดขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไข โดยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง
- 4.2 หลังจากวัสดุยาแนวแห้งดีแล้วประมาณ 24 ชั่วโมง ให้ทำความสะอาดอีกครั้งด้วยนํ้า และเช็ดให้แห้งด้วยผ้าสะอาด แล้วเคลือบผิวด้วย Wax อย่างน้อย 1-2 ครั้ง
- 4.3 ผู้รับจ้างจะต้องป้องกันไม่ให้งานกระเบื้อง สกปรก หรือเสียหาย ตลอดระยะเวลาก่อสร้าง

งานกระเบื้องพอร์ซเลน

PORCELAIN TILING

1. ขอบเขตของงาน

- 1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือและความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพที่ดี ในการติดตั้งงานกระเบื้อง ตามระบุในแบบและรายการประกอบแบบ
- 1.2 วัสดุที่นำมาใช้ต้องเป็นวัสดุใหม่ที่ได้มาตรฐานของผู้ผลิต ปราศจากรอยร้าวหรือตำหนิใดๆ ไม่บิดงอ ขนาดเท่ากันทุกแผ่น ให้ใช้คุณภาพที่ 1 หรือเกรด A หรือเกรด พรีเมียม บรรจุในกล่องเรียบร้อย โดยมีใบส่งของและใบรับรองคุณภาพจากโรงงานผู้ผลิต ที่สามารถตรวจสอบได้ และจะต้องเก็บรักษาไว้อย่างดีในที่ที่ไม่มี ความชื้น
- 1.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่าง ชนิด และสีต่างๆ ของกระเบื้อง, เส้นขอบคิ้ว, วัสดุยาแนว พร้อมรายละเอียดและขั้นตอน ในการติดตั้งงานกระเบื้องแต่ละชนิด เช่น กระเบื้องปูพื้น กระเบื้องผนังภายในและภายนอก เป็นต้น ให้ผู้ควบคุมงาน พิจารณานุมัติก่อนการสั่งซื้อ
- 1.4 ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Shop Drawing เพื่อให้ผู้ควบคุมงานพิจารณานุมัติก่อนการติดตั้ง ดังนี้
 - แบบแปลน, รูปด้าน, รูปตัด ของการปูกระเบื้องทั้งหมด ระบุรุ่น ขนาด ของกระเบื้องแต่ละชนิด
 - แบบขยายการติดตั้งบริเวณขอบ มุม รอยต่อ การลดระดับ การยกขอบ แนวของเส้นรอยต่อ หรือเส้นขอบคิ้ว และเศษของกระเบื้องทุกส่วน แสดงอัตราความลาดเอียงและทิศทางการไหลของน้ำของพื้นที่แต่ละส่วน
 - แบบขยายอื่น ที่เกี่ยวข้องหรือจำเป็น เช่น ตำแหน่งติดตั้งท่อน้ำสำหรับจ่ายเครื่องสุขภัณฑ์ที่ผนัง ช่องระบาย น้ำทิ้งที่พื้น ตำแหน่งที่ติดตั้งสวิทช์ ปลั๊ก ช่องซ่อมบำรุง เป็นต้น
 - รายละเอียดอื่นใดตามที่ผู้ควบคุมงานพิจารณาว่าสมควรแสดงในแบบ
- 1.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำระบบกันซึมพื้นหรือผนังที่ระบุให้ทำระบบกันซึม ก่อนการเทพื้นปูนทรายปรับระดับหรือฉาบปูน รองพื้นผนัง แล้วจึงทำการติดตั้งกระเบื้อง เช่น ระบบกันซึมพื้นห้องน้ำหรือพื้นที่ชั้นล่างที่ติดกับพื้นดิน เป็นต้น

2. วัสดุ

คุณลักษณะทางกายภาพและเคมี ดังนี้

- แผ่นตรง ไม่โค้งไม่โก่งงอ พื้นผิวตามที่ระบุในแบบ และมีเนื้อกระเบื้องเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogenous Tile)
- ค่าการดูดซึมน้ำ (Water Absorption) ≤ 0.5 โดยมาตรฐาน ISO 10545 Part 3
- ค่าความต้านทานแรงดัด (Modulus of Rupture) ≥ 450 กก./ซม.² โดยมาตรฐาน ISO 10545 Part 4
- Breaking Load ≥ 350 โดยมาตรฐาน ASTM 0648
- Surface Hardness ได้มาตรฐานสากล (MOH's Scale)
- ผ่านการทดสอบ Thermal shock Resistance โดยมาตรฐาน ISO 10545 Part 9
- ต้านทานการทดสอบ Crazeing Resistance โดยมาตรฐาน ISO 10545 Part 11
- ผ่านการทดสอบความต้านทานต่อสารเคมี ตามมาตรฐานสากล
- กาวซีเมนต์และยาแนว คุณภาพมาตรฐานสากล

3. การดำเนินการ

3.1 การเตรียมพื้นผิว

- ควรปรับระดับพื้นผิวของบริเวณที่จะทำการติดตั้ง ให้เรียบก่อนการติดตั้ง
- พื้นผิวต้องสะอาด ไม่มีสิ่งสกปรก สิ่งแปลกปลอม และต้องไม่มีรอยแตกร้าว
- ในกรณีที่พื้นผิวที่ต้องการติดตั้ง ไม่ใช่พื้นผิวที่เป็นซีเมนต์ ควรใช้วัสดุเกาะยึดที่เหมาะสมกับพื้นผิวนั้นๆ

- สำหรับบริเวณเฉพาะ เช่น สระว่ายน้ำ ควรปฏิบัติตามมาตรฐานของผู้ผลิต และผ่านการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน-ผู้ออกแบบ ก่อนดำเนินการติดตั้ง และตรวจสอบความแข็งแรงของพื้นผิวก่อนทำการติดตั้ง

3.2 การติดตั้ง

- ติดตั้งตามแบบ Shop Drawing ที่ได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน
- เริ่มติดตั้งกระเบื้อง โดยคำนึงถึงระดับความเรียบของผิวหน้า และแนวของรอยยาแนวให้ตรงกัน
- ในการติดตั้งห้ามติดตั้งกระเบื้องด้วยปูนทราย ให้ใช้กาวยาแนวซีเมนต์เท่านั้น
- ในขณะติดตั้งต้องแน่ใจว่าไม่มีโพรงใต้แผ่นกระเบื้อง หากผู้ควบคุมงานตรวจพบ การรื้อหรือปรับปรุงจะเป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างทั้งหมด
- ศึกษามาตรฐานการติดตั้งของผู้ผลิตกระเบื้อง ผู้ผลิตกาวยาแนวซีเมนต์และยาแนว ก่อนทำการติดตั้ง

3.3 การยาแนว

- ก่อนการยาแนว ต้องทำความสะอาดผิวหน้าและร่องกระเบื้อง
- ยาแนวให้เต็มร่องกระเบื้อง และทำความสะอาดเป็นระยะ อย่าปล่อยให้ยาแนวแห้ง
- ควรให้กาวยาแนว Set ตัวก่อนประมาณ 1 วัน ก่อนทำความสะอาดหรือเข้าไปใช้พื้นที่
- การยาแนวกระเบื้องลักษณะนี้ (กระเบื้องตัดขอบหรือ Rectified Tile) ควรเว้นร่องยาแนวประมาณ 1-2 มม. ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของแผ่นกระเบื้องด้วย
- ยาแนว ต้องเป็นยาแนวที่มีการผสมสารป้องกันราดำ และตัวยาแนวต้องมีส่วนผสมของ Pigment สีที่ทนรังสี UV โดยเลือกใช้ให้เหมาะสมกับชนิดของกระเบื้องและขนาดร่องของยาแนว

4. การทำความสะอาด

หลังจากยาแนวเสร็จแล้ว 1 วัน ให้ทำความสะอาดโดยใช้น้ำ และหลีกเลี่ยงการใช้วัสดุแข็งในการทำความสะอาด หากยาแนวกะเทาะหรือเป็นรอยขีดข่วน ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการแก้ไขปรับปรุง ตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงาน

งานทาสีและเคลือบผิว
PAINTING AND COATING

1. ขอบเขตของงาน

- 1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ เครื่องใช้ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ เพื่อดำเนินการทาสีให้สัมพันธ์กับงานในส่วนอื่น ๆ สีจะต้องจัดซื้อจากบริษัทผู้ผลิตจำหน่ายโดยตรง และนำรายการใบสั่งซื้อ และใบส่งวัสดุมาให้ผู้ควบคุมงานตรวจสอบในเวลาส่งสีเข้าหน่วยงานโดยภาชนะบรรจุสีจะต้องอยู่ในสภาพเรียบร้อย ไม่บุบชำรุด ไม่มีร่องรอยการเปิดมาก่อน มีเครื่องหมายการค้า ชนิด หมายเลขสี และคำแนะนำในการทาติดบนภาชนะอย่างสมบูรณ์และต้องเก็บไว้ในสถานที่ก่อสร้างที่ผู้ควบคุมงานกำหนดให้ เมื่อนำไปใช้ให้แจ้งผู้ควบคุมงานทราบทุกครั้ง
- 1.2 ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบอย่างละเอียด และแจ้งปริมาณของสีแต่ละชนิดที่จะใช้ทำอาคารโครงการนี้ให้ผู้ควบคุมงานทราบ และผู้ควบคุมงาน/สถาปนิก หรือผู้ว่าจ้าง มีสิทธิเข้าตรวจสอบคุณภาพและจำนวนของสีได้ตลอดเวลาที่ก่อสร้าง
- 1.3 ห้ามนำสีเก่าที่เหลือจากงานอื่น หรือชนิดและหมายเลขนอกเหนือไปจากที่กำหนดไว้มาใช้หรือนำมาผสมเป็นอันตราย
- 1.4 ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมการป้องกันมิให้สีเปรอะเปื้อนวัสดุอื่นๆ ที่ติดตั้งไว้แล้ว หรืออยู่ในบริเวณใกล้เคียงซึ่งอาจเกิดขึ้นจากการทาสี
- 1.5 ผู้รับจ้างต้องจัดหาช่างสีที่มีฝีมือดี มีประสบการณ์ และชำนาญงานโดยเฉพาะมาทำงาน สี สีที่ทาหรือพ่นแล้วจะต้องเรียบสม่ำเสมอทั้งหมด ปราศจากรอยต่อ หรือรอยแปรงไม่ไหลเยิ้ม ไม่ไหลเยิ้ม ไม่มีรอยหยดของสี หากมีส่วนใดที่สงสัยหรือไม่สามารถทาสีได้ตามข้อกำหนดผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบทันที
- 1.6 ห้ามทาสีในขณะที่ฝนตก ความชื้นในอากาศสูง และห้ามทาสีภายนอกอาคารหลังฝนหยุดตกใหม่ ๆ
- 1.7 สิ่งอื่น ๆ ที่ใช้ประกอบในการทาสีที่ไม่ได้ระบุไว้ เช่น น้ำมันสน หรือสารละลายต่าง ๆ ซึ่งต้องใช้ควบคู่กันไปในระบบการทาสี ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตสีนั้น ๆ
- 1.8 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการจัดหาใบรับประกันสีจากผู้ผลิตและปฏิบัติตามเงื่อนไขให้ได้มาซึ่งใบรับประกันคุณภาพสีตามมาตรฐานของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด

2. วัสดุ

2.1 ประเภทสีทาภายนอกอาคาร

- สีน้ำอะครีลิก 100% เกรด Ultra Premium (100% Pure Acrylic Emulsion Paint) เทคโนโลยี Self-Cleaning ป้องกันการเกิดตะไคร่น้ำ มาตรฐาน มอก. 2321-2549 , มอก.1123-2539
- สีเท็กซ์เจอร์ แบบ 2 ส่วนผสม กรรมวิธีการพ่น พื้นผิวตามเทคนิคการพ่นที่ระบุในแบบ
- สีรองพื้น ต้องได้มาตรฐาน มอก. และมาตรฐานการใช้งานของผู้ผลิต

2.2 ประเภทสีทาภายในอาคาร

- สีน้ำอะครีลิก 100% เกรด Ultra Premium (100% Pure Acrylic Emulsion Paint) ผสมสารยับยั้งหรือฆ่าแบคทีเรีย กลิ่นและสารระเหยที่เป็นพิษต่ำ (Low V.O.C.) มาตรฐาน มอก.272-2541 , มอก. 1123-2539
- สีรองพื้น ต้องได้มาตรฐาน มอก. และมาตรฐานการใช้งานของผู้ผลิต

2.3 ประเภทสีทาเหล็ก

- สีรองพื้น กรณีสีทั่วไป รองพื้นด้วยสี Red Oxide Primer กรณีพื้นที่ต้องการความทนทานสภาพอากาศ ให้ใช้สีรองพื้นประเภทพิกซ์ เรซินผสมผงอลูมิเนียม มีค่าสารที่ไม่ระเหยโดยปริมาตรหรือ Solid Volume ตามมาตรฐาน ASTM D 2368 ค่าความแข็งเนื้อฟิล์มหรือ Pencil Hardness ตามมาตรฐาน ASTM D 3363 ค่าการยึดเกาะหรือ Adhesion ตาม

- มาตรฐาน ASTM D 4541 และการทนต่อไอเค็มหรือSalt Fog Resistance ตาม
มาตรฐาน ASTM B 117
- สีทับหน้า กรณีสีพื้นผิวอื่น ๆ ไม่โดนแสงแดด และไม่มีโอกาสที่จะสัมผัสแสง UV เลย สามารถทาทับด้วยสีประเภทอีพ็อกซีเรซินผสมผงอลูมิเนียมได้ แต่โดยพื้นที่ทั่วไปให้ทาสีทับหน้าประเภทอัลซิดเรซินสังเคราะห์ สูตรความเข้มข้นสูง ไม่ผสมสารปรอทและสารตะกั่ว
- 2.4 ประเภทสีทาไม้
- สีรองพื้น ให้ใช้ประเภทสีรองพื้นไม้ป้องกันเชื้อราจากใต้ฟิล์มสี
 - สีทับหน้า ให้ใช้สีน้ำมัน ประเภทอัลซิดเรซินสังเคราะห์ สูตรความเข้มข้นสูง ไม่ผสมสารปรอทและสารตะกั่ว
- 2.5 ประเภทสีทาพื้นผิวจราจร
- ใช้สีที่ทำจากคลอริเนต รีบเบอร์ หรือเรซินสังเคราะห์ที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบ (Chlorinated Rubber Base) ชนิดสะท้อนแสง คุณสมบัติฟิล์มสีตามมาตรฐาน มอก. 415
- 2.6 ประเภทสารเคลือบสีพื้นผิว
- สารเคลือบใส กันซึม ประเภทไฮลอคเซน สูตรน้ำ ไม่ผสมสารปรอทและสารตะกั่ว
- 2.7 ประเภทระบบพื้นผิวแกร่ง
- ให้ใช้ชนิดผงโรย 5 กก./ตร.ม. มีคุณสมบัติเป็นวัสดุทำผิวแกร่งชนิดไม่มีผงโลหะในส่วนผสม (Non-Metallic Floor Hardener) มีลักษณะเป็นมวลหินคละ ที่ผ่านการคัดขนาดมาเป็นอย่างดี และผ่านการทดสอบจากสถาบันที่ได้มาตรฐาน หรือตามมาตรฐาน ASTM A944 เจดตีเป็นไปตามที่ผู้ออกแบบกำหนด Hardness (MHOS Scale) 7.00
- 2.8 ประเภทอื่น ๆ ตามที่ระบุในแบบ โดยมีมาตรฐานฐานผู้ผลิต และได้รับการพิจารณาอนุมัติจากผู้ควบคุมงานและผู้ออกแบบก่อนดำเนินการ
3. การดำเนินการ
- 3.1 การเตรียมพื้นผิว
- พื้นผิวก่อนการทาสีทั้งหมด จะต้องสะอาด ปราศจากฝุ่นผงหรือสิ่งสกปรกใดๆ
- 3.1.1 พื้นผิวปูนฉาบ แบ่งได้เป็น
- ก. กรณีผิวปูนใหม่ พื้นที่ที่จะทาสี ต้องทิ้งพื้นผิวให้แห้งสนิท ประมาณ 4-5 สัปดาห์ (ขึ้นกับสภาพอากาศ) แล้วขจัดฝุ่นโดยการเช็ดด้วยผ้าก่อนการทาสีรองพื้นต้องแน่ใจว่าพื้นที่ที่จะทาปราศจากคราบไขมัน คราบปูนและพื้นผิวแห้งสนิทจริงๆ แล้วจึงทาสีด้วยสีรองพื้นปูนสำหรับปูนใหม่หรือสีรองพื้นชนิดอัลคาไลน์ หรือตามที่ระบุในแบบ
 - ข. กรณีผิวปูนที่เคยทาสีมาแล้ว หากสีเดิมอยู่ในสภาพดียังมีการยึดเกาะพื้นผิวอยู่ให้ขจัดฝุ่นออกจากพื้นผิวแล้วเช็ดด้วยผ้าเปียก ทิ้งให้แห้งแล้วจึงดำเนินการทาสี แต่หากสีเดิมอยู่ในสภาพชำรุด ควรลอกสีเดิมออกให้หมดด้วยเครื่องอัดน้ำแรงดันสูง (Water Jet) ที่แรงดันประมาณ 300 BAR ขึ้นไป หากใช้แปรงขัดหลีกเลี่ยงการใช้แปรงโลหะ เนื่องจากจะทำให้เกิดคราบสนิมภายหลัง ในบางกรณีพื้นผิวมีปัญหาการแตกร้าวที่มีขนาดใหญ่เกิน 1 มม.ให้ทำการอุดและยาแนวด้วย Acrylic Sealant หรืออุดโป๊วด้วยCement Filler พร้อมการขัดแต่งให้ อยู่ในสภาพเรียบร้อยก่อนดำเนินการทาสีและหากว่าพื้นผิวนั้นๆ มีคราบเชื้อราหรือ คราบตะไคร่น้ำให้กำจัดออกให้หมดแสงเคลือบน้ำยาขจัดเชื้อราและตะไคร่น้ำ ทำให้พื้นผิวแห้งสนิท แล้วจึงค่อยดำเนินการทาสีตามกรรมวิธีต่อไป

3.1.2 ผิวไม้

ผิวไม้ที่ต้องการจะทาสี ต้องมีการไล่แต่งให้เรียบร้อยหากส่วนใดของผิวไม้มีรอยแตกให้อุดโป๊วด้วย Wood Sealer หรือสีโป๊วให้เต็ม แล้วจึงขัดแต่งผิวให้เรียบกลมกลืนกับบริเวณรอบๆ ทำความสะอาดฝุ่นผงต่างๆ ให้เรียบร้อย ก่อนดำเนินการทาสีทับ กรณีเป็นพื้นผิวไม้ที่เคยมีการทาสีมาก่อนแล้วและสีเดิมอยู่ในสภาพหลุดลอกกร่อนนั้น ให้ทำการลอกสีเดิมออกให้หมด โดยใช้น้ำยาลอกสี (Paint Remover) แล้วล้างน้ำยาออกด้วย น้ำมันก๊าดหรือน้ำมันผสมสีเคลือบต่างๆ ให้สะอาด ขัดด้วยกระดาษทรายจนผิวเรียบร้อย ก่อนดำเนินการทาสีทับหน้าต่อไป

3.1.3 ผิวเหล็กหรือโลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก

- ก. ให้ขัดรอยต่อเชื่อม ตาหนีต่างๆ ออกให้เรียบร้อยและปราศจากสนิม ทำความสะอาดผิวหน้าไม้ให้มีคราบไขมันหรือคราบน้ำมันจับ ก่อนการทาสีรองพื้นต่อไป
- ข. กรณีฟิล์มสีเก่าบนผิวเหล็กมีความเสียหาย แต่ไม่มากหรือมีคาบสนิมขึ้นบางจุด ให้ขัดคราบสนิมและฟิล์มสีบริเวณนั้นออก โดยกระดาษทราย หรือ เครื่องขัดจนหมดแล้วจึงทาสีรองพื้น หากบริเวณที่ต้องการทาสีเดิมอยู่ในสภาพดีให้ขัดดูด้วยกระดาษทรายให้ฟิล์มมีความหยาบแล้วจึงทาสีน้ำมันซ่อมแซมได้เลย
- ค. กรณีฟิล์มสีมีความเสียหายมาก ส่วนการขัดสนิมให้ขัดด้วยแปรงลวดหรือวิธีการใดๆ ต่อไปนี้
- Sand Blast ตามมาตรฐาน SB 2.5 เป็นอย่างต่ำ
 - Wet Blast (Ultra High Pressure Water Jet) ในกรณีทดแทนการใช้ Sand Blast ที่มาตรฐานเดียวกัน
 - Mechanical Tool Cleaning ในกรณีที่มีสนิมมาก
 - Hand Tool Cleaning เฉพาะงานโครงเหล็กหลังคา
- *** ไม่ควรปล่อยผิวโลหะที่ทำความสะอาดแล้ว สัมผัสกับอากาศหรือความชื้นนาน ควรทาสีรองพื้นทันทีที่เตรียมพื้นผิวเสร็จ

3.2 การทาสี หากมีได้ระบุเป็นอย่างอื่นในแบบ ให้ใช้ดังต่อไปนี้

3.2.1 ผิวคอนกรีต ผิวปูนฉาบ ผิวยิบซั่ม ฯ ผิวกระเบื้องแผ่นเรียบ และผิวอื่นๆ ที่คล้ายคลึงกัน ให้ทาสีรองพื้นจำนวน 1 ครั้ง และทาทับหน้าจำนวน 2 ครั้ง

3.2.2 ผิวไม้ ให้ทาสีรองพื้น จำนวน 1 ครั้ง และทารองพื้นชั้นกลางด้วยสีประเภท Speed Under Coat อีก 1 ครั้ง ทาทับหน้าอีก 2 ครั้ง

3.2.3 งานทาสีผิวเหล็ก

- งานทาผิวเหล็กด้วยสีกันสนิมปกติใช้สีรองพื้นกันสนิมประเภท Red Oxide จำนวน 2 ครั้งและให้ทาทับหน้าจำนวน 2 ครั้ง
- ผิวเหล็กอาบสังกะสีให้ทาน้ำยาประเภท Wash Primer จำนวน 1 ครั้งแล้วทาสีรองพื้นกันสนิมประเภท Zinc Chromate ชนิดสำหรับทาโลหะอาบสังกะสีโดยเฉพาะจำนวน 1 ครั้ง และให้ทาสีทับหน้าด้วยสีประเภท Alkyd Resin จำนวน 2 ครั้ง
- งานทาผิวเหล็กด้วยสีกันสนิมตามที่ระบุข้างต้น เจดสีตามที่ระบุในแบบ ความหนาฟิล์มเมื่อแห้ง 200 ไมครอน/ครั้งหรือตามมาตรฐานผู้ผลิต หากไม่ระบุในแบบ การทาสีทับหน้าแบ่งเป็น
 - * กรณีที่ผิวเหล็กส่วนนั้นๆ ไม่โดนแสงแดดโดยตรง อาจทาได้เป็น 2 แบบคือ
 - ทาทับด้วยสีทับหน้า Epoxy ชนิดความเงาสูง เจดสีตามที่ระบุในแบบ 2 เที่ยว ความหนาฟิล์มเมื่อแห้งต้องไม่น้อยกว่า 40-60 ไมครอน/ครั้งหรือตามที่ระบุในแบบ

- ทาสีผิวเหล็กด้วยสีรองพื้นประเภท Epoxy พิเศษ ชนิดฟิล์มหนาพิเศษ เจดสีตามที่ระบุในแบบ 3 เทียว

* กรณีที่ผิวเหล็กส่วนนั้น ๆ โดนแสงแดดโดยตรงอาจทาทับโดยใช้สีประเภทสีอะคริลิก โพลียูรีเทน 2 ส่วน ความเงาสูง เจดสีตามที่ระบุในแบบจำนวน 2 เทียว โดยมีความหนาฟิล์มเมื่อแห้งไม่ต่ำกว่า 50 – 75 ไมครอน/ครั้ง หรือตามที่ระบุในแบบ

3.3 การทาสีพื้นผิวจราจร

พื้นผิวที่ทางจะต้องสะอาด ปราศจากสิ่งเก่าที่เสื่อมสภาพ กรณีทาบนพื้นคอนกรีตขัดมัน จะต้องรองพื้นด้วย Epoxy ประเภทใส แล้วทาทับด้วยสีประเภทคลอริเนต รับเบอร์ หรือเรซินสังเคราะห์ที่มีคลอริเนตเป็นองค์ประกอบ (Chlorinated Rubber Base) ผสมลูกแก้วในเนื้อสี หากต้องการรอยลูกแก้วชนิด Drop – on ลูกแก้วต้องได้มาตรฐาน มอก.543-2528 โดยจะโรยทับหน้าพร้อมกับการพ่นสีแบบหนาๆ หรือตามที่กำหนดในแบบ คุณสมบัติของฟิล์มสีที่ได้ต้องเป็นไปตาม มอก. เลขที่ 415 กรณีจะผสมสีเพื่อปรับสภาพชั้นเหลวให้เหมาะสมกับ สภาพการใช้งานตามอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ใช้ผสมด้วยน้ำมันผสมสีทาถนน ทินเนอร์ เบอร์ 81 แต่เนื้อสีต้องคงคุณภาพตามมาตรฐานของทางผู้ผลิต

3.4 การเคลือบสีพื้นผิว

ใช้สำหรับงานก่ออิฐอิฐแนว ผิวคอนกรีต หินล้าง ทราวล้าง หรือหินธรรมชาติ เคลือบเพื่อป้องกันเชื้อรา ตะไคร่น้ำ กันน้ำและกันความชื้น โดยคงความเป็นธรรมชาติของพื้นผิวและไม่เกิดคาบเหลือง โดยจะต้องเตรียมพื้นผิวที่จะทาให้สะอาด ปราศจากฝุ่น คราบไขมันและคราบไขมันต่างๆ หากพื้นผิวมีการแตกร้าวให้อุดโป๊วให้เรียบร้อยก่อนการทาเคลือบด้วยสารเคลือบสี กันซึม ประเภทไฮดรอลิกเซม สูดรน้ำ (กลั่นไม่จุนไม่ผสมสารปรอทและสารตะกั่ว) ทาด้วยแปรงหรือพ่นแรงดันต่ำโดยไม่ต้องผสม ควรทาให้สารกันซึมชุ่มเพื่อซึมเข้าพื้นผิวที่ต้องการ และควร หลีกเลี่ยงน้ำหรือความชื้นก่อน 2 ชม. ก่อนทาหรือพ่นซ้ำ

3.5 การทาสี Epoxy

- การเตรียมพื้นผิว

พื้นผิวที่ต้องการจะเคลือบ Epoxy จะต้องเป็นพื้นผิวที่แห้งสนิท ปราศจากคราบไขมันสิ่งสกปรกและเศษผงอื่นใด ในกรณีที่พื้นคอนกรีตขัดมันต้องทำความสะอาดด้วย สารละลายไฮโดรคลอริเนตเข้มข้น 10% แล้วล้างออกด้วยน้ำสะอาดอีกครั้ง ก่อนเริ่มงานสีรองพื้นและสีทับหน้าตามที่ระบุไว้ในแบบ

- การดำเนินการ

ในบริเวณพื้นคอนกรีตทั่วไปต้องทำการทาสีรองพื้นชนิดแทรกซึมพื้นคอนกรีตและทนต่อการกัดกร่อน ความหนาฟิล์มเมื่อแห้ง 30 ไมครอน ระยะเวลาแห้งทาทับได้ประมาณ 14 ชม. โดยการพ่นทาหรือกลิ้ง หากเป็นพื้นที่ที่เป็นคอนกรีตขัดมันต้องทำการรองพื้นด้วยสีรองพื้น EPOXY ชนิดพิเศษประเภทแทรกซึมผิว เจดสีใส ความหนาฟิล์มเมื่อแห้ง 50 ไมครอน ระยะเวลาแห้งทาทับได้ประมาณ 1 วัน หรือเทียบเท่า พื้นผิวเคลือบสี Epoxy ชนิดความเงาสูง (แบบ Non-Slip) เจดสีและลักษณะฟิล์ม (เงา-ด้าน) ตามการระบุในแบบ ความหนาฟิล์มเมื่อแห้ง 40-60 ไมครอน/ครั้ง ส่วนบริเวณพื้นภายนอกอาคารใช้สีทับหน้าประเภทสีอะคริลิกโพลียูรีเทน 2 ส่วนความเงาสูง (ไม่เหลือง และ Non-Slip) เจดสีและลักษณะฟิล์ม (เงา-ด้าน) ตามที่ระบุในแบบ ความหนาแผ่นฟิล์มเมื่อแห้ง 50- 75 ไมครอนหรือเทียบเท่าหรือตามที่ระบุในแบบ

- คุณสมบัติของฟิล์มสี

ในกรณีที่มีการใช้พื้นผิวเคลือบสี Epoxy ในบริเวณที่ใกล้ทะเล จะต้องมีความมาตรฐานการทนต่อไอน้ำเค็ม ASTM B 117 และค่าความทนต่อความชื้น ASTM D 2247

3.6 การทำพื้นผิวแกร่ง ชนิดผงโรย 5 กก./ตร.ม. (Floor Hardener)

3.6.1 การติดตั้ง

ผู้รับจ้างต้องจัดหาช่างฝีมือดี มีความชำนาญในการติดตั้ง ทุก ๆ ส่วนที่ติดตั้งแล้วต้องได้มาตรฐานตามกรรมวิธีจากบริษัทผู้ผลิต ด้วยความประณีตเรียบร้อย และผ่านการเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานและผู้ออกแบบ

3.6.2 วิธีดำเนินการ

- ขั้นตอนที่ 1 เทคอนกรีตที่ได้มาตรฐาน หิน ทรายละเอียด ปริมาณน้ำที่เหมาะสม ใช้เครื่องเขย่าคอนกรีต จนกระทั่งมีความหนาแน่นที่สุด
- ขั้นตอนที่ 2 รอจนคอนกรีตมีความแข็งแรงพอที่จะขัด และตกแต่งผิวหน้าคอนกรีตด้วยเครื่องขัดได้ เพื่อให้แน่ใจว่าได้ผิวคอนกรีตที่หนาแน่นพอ จากนั้นกำจัดน้ำที่ผิวหน้าด้วยฟองน้ำ
- ขั้นตอนที่ 3 แบ่งผงโรย Floor Hardener แบบ 5 กก./ตร.ม. ออกเป็น 3 ส่วน โดยมีลำดับขั้นตอนการโรยดังนี้
- การโรยครั้งที่ 1 ใช้ผง Floor Hardener จำนวน 2 กก./ตร.ม.
 - การโรยครั้งที่ 2 ใช้ผง Floor Hardener จำนวน 2 กก./ตร.ม.
 - การโรยครั้งที่ 3 ใช้ผง Floor Hardener จำนวน 1 กก./ตร.ม.
- ในการโรยผงครั้งแรกนั้นต้องเลือกเวลาที่เหมาะสมเพื่อให้ผิวหน้าคอนกรีตหมาดพอที่จะทำให้ผงจมลงทำปฏิกิริยาได้
- ขั้นตอนที่ 4 ใช้เครื่องขัดคอนกรีตเพื่ออัดเม็ดของ Floor Hardener ขั้นตอนแรกให้แน่นและ ผึงตัวลงในคอนกรีต
- ขั้นตอนที่ 5 ทำตามขั้นตอนที่ 3 และขั้นตอนที่ 4 จนครบดังที่แบ่งไว้
- ขั้นตอนที่ 6 ทำตามขั้นตอนที่ 4 อีกครั้ง แล้วขัดมันครั้งสุดท้ายด้วยเครื่องขัดคอนกรีต
- ขั้นตอนที่ 7 เมื่อคอนกรีตใกล้แข็งตัว ให้ใช้เกรียงเหล็กขัดมันตกแต่งผิวและขอบอีกครั้ง เพื่อให้ได้พื้นผิวที่สมบูรณ์
- ขั้นตอนที่ 8 การบ่มตัวเหมือนคอนกรีต ใช้ระยะเวลาอย่างน้อย 7 วัน

3.6.3 การป้องกันความเสียหาย

ในกรณีที่ต้องมีการก่อสร้างหลังจากการทำ Floor Hardener แล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำการปกป้องพื้นผิว โดยใช้กระดาษลูกฟูก หรือไม้อัด หรือวัสดุอื่นใดที่ไม่ทำลายพื้นผิว เพื่อป้องกันการกระแทกที่รุนแรงจากการดำเนินการก่อสร้างหรือจากการติดตั้งเครื่องจักร หากพื้นผิวเกิดความเสียหาย ผู้ควบคุมงานมีสิทธิให้ดำเนินการซ่อมแซม ปรับปรุงโดยผู้รับจ้างจะคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมไม่ได้

งานสีกันไฟ
FIRE – RETARDANT COATINGS

1. ขอบเขตของงาน

- 1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ เครื่องใช้ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ เพื่อดำเนินการทาสีให้สัมพันธ์กับงานในส่วนอื่น ๆ สีจะต้องจัดซื้อจากบริษัทผู้ผลิตจำหน่ายโดยตรง และนำรายการใบสั่งซื้อ และใบส่งวัสดุมาให้ผู้ควบคุมงานตรวจสอบในเวลาส่งสีเข้าหน่วยงานโดยภาชนะบรรจุสีจะต้องอยู่ในสภาพเรียบร้อย ไม่บุบชำรุด ไม่มีร่องรอยการเปิดมาก่อน มีเครื่องหมายการค้า ชนิด หมายเลขสี และคำแนะนำในการทาติดบนภาชนะอย่างสมบูรณ์และต้องเก็บไว้ในสถานที่ก่อสร้างที่ผู้ควบคุมงานกำหนดให้ เมื่อนำไปใช้ให้แจ้งผู้ควบคุมงานทราบทุกครั้ง
- 1.2 ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบอย่างละเอียด และแจ้งปริมาณของสีแต่ละชนิดที่จะใช้ทำอาคารโครงการนี้ให้ผู้ควบคุมงานทราบ และผู้ควบคุมงาน/สถาปนิก หรือผู้ว่าจ้าง มีสิทธิเข้าตรวจสอบคุณภาพและจำนวนของสีได้ตลอดเวลาที่ก่อสร้าง
- 1.3 ห้ามนำสีเก่าที่เหลือจากงานอื่น หรือชนิดและหมายเลขนอกเหนือไปจากที่กำหนดไว้มาใช้หรือนำมาผสมเป็นอันตราย
- 1.4 ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมการป้องกันมิให้สีเปรอะเปื้อนวัสดุอื่นๆ ที่ติดตั้งไว้แล้ว หรืออยู่ในบริเวณใกล้เคียงซึ่งอาจเกิดขึ้นจากการทาสี
- 1.5 ผู้รับจ้างต้องจัดหาช่างสีที่มีฝีมือดี มีประสบการณ์ และชำนาญงานโดยเฉพาะมาทำงาน สี สีที่ทาหรือพ่นแล้วจะต้องเรียบสม่ำเสมอทั้งหมด ปราศจากรอยต่อ หรือรอยแปรงไม่ไหลเยิ้ม ไม่ไหลเยิ้ม ไม่มีรอยหยดของสี หากมีส่วนใดที่สงสัยหรือไม่สามารถทาสีได้ตามข้อกำหนดผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบทันที
- 1.6 ห้ามทาสีในขณะที่ฝนตก ความชื้นในอากาศสูง และห้ามทาสีภายนอกอาคารหลังฝนหยุดตกใหม่ ๆ
- 1.7 สิ่งอื่น ๆ ที่ใช้ประกอบในการทาสีที่ไม่ได้ระบุไว้ เช่น น้ำมันสน หรือสารละลายต่าง ๆ ซึ่งต้องใช้ควบคู่กันไปในระบบการทาสี ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตสีนั้น ๆ
- 1.8 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการจัดหาใบรับประกันสีจากผู้ผลิตและปฏิบัติตามเงื่อนไขให้ได้มาซึ่งใบรับประกันคุณภาพสีตามมาตรฐานของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด
- 1.9 ผู้รับจ้างต้องจัดส่งข้อมูลวัสดุป้องกันไฟ พร้อมรายงานผลการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM E 119 ซึ่งทดสอบและออกให้โดยสถาบันที่เชื่อถือได้ โดยมีวิศวกรโยธา (วย.) หรือสถาบันที่เชื่อถือได้รับรอง
- 1.10 พื้นที่ที่ทาสีกันไฟหรือวัสดุกันไฟนี้ เป็นพื้นที่ตามที่ระบุในแบบ หากไม่ระบุในแบบให้เป็นพื้นที่ตามที่กฎหมายกำหนด

2. วัสดุ

2.1 คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นวัสดุประเภท Solvent-Based In tumescent ต้องไม่มีสาร Asbestos มีอัตราการทนไฟตามกฎหมายกระทรวง และผ่านมาตรฐานการทดสอบตาม ASTM E 119
- วัสดุป้องกันไฟเมื่อติดตั้งบนผิวเหล็กแล้ว จะต้องเป็นแผ่นฟิล์มบาง ผิวไม่ขรุขระหนา 300 – 2000 ไมครอน เมื่อโดนเปลวไฟจะขยายตัวเพิ่มขึ้น 20 – 40 เท่า เพื่อการป้องกันความร้อนและป้องกันการยุบตัวของโครงสร้างเหล็ก

2.2 คุณสมบัติทางด้านกายภาพ

- | | | | |
|---------------|-------------------|---|---------------------|
| - เนื้อสี | (Volume Solids) | : | 70 ± 3 % |
| - ความหนาแน่น | (Dry Density) | : | 1.30 (DIN) |
| - จุดวาบไฟ | (Flash Point) | : | 29°c |
| - ความแข็ง | (Hardness) | : | 30 – 40 (Shore D) |

- ระยะเวลาแห้งตัว (Drying Time) : สัมผัสได้ 4 ชม. หลังจากการทาหรือพ่น และทาหรือพ่นซ้ำได้ภายใน 16 – 24 ชม. แห้งตัวเต็มที่ภายใน 5 วัน โดยทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาวะอากาศและความหนาของสีที่กำหนด

3. การดำเนินการ

3.1 การเตรียมการ

- ตรวจสอบและเตรียมสภาพพื้นผิวหลัก โดยพื้นผิวหลักนั้น ๆ จะต้องสะอาด ปราศจากไขมัน น้ำมัน เศษวัสดุ หรือวัสดุอื่นใดที่อาจมีผลต่อการยึดเกาะของสีกับพื้นผิว และพื้นผิวที่จะทาสีกันไฟต้องทำการทาหรือพ่นสีกันสนิมให้เรียบร้อยก่อน
- ตรวจสอบตำแหน่งงานระบบ ท่อต่าง ๆ และวัสดุอุปกรณ์ใด ๆ ไม่ให้เกิดขวางหรือเป็นอุปสรรคในการติดตั้ง
- อุดปิดช่องเปิดหรือรอยแตกร้าวต่าง ๆ ให้เรียบร้อย และจัดเก็บวัสดุต่าง ๆ ที่ยื่นออกมาหรือกีดขวางการทำให้เรียบร้อย

3.2 ความต้องการด้านสิ่งแวดล้อมและการป้องกัน

- จัดให้มีการระบายอากาศในบริเวณพื้นที่ทำการติดตั้ง ในระหว่างการติดตั้งและภายหลังการติดตั้ง 24 ชม. เพื่อให้สีแห้ง
- ก่อนดำเนินการติดตั้งสีกันไฟ ควรตรวจสอบสภาพอากาศ ไม่ควรมีลมแรงและฝนตก
- ติดตั้งวัสดุป้องกันบริเวณข้างเคียง และป้องกันวัสดุต่าง ๆ จากการฟุ้งหรือหยดของสี
- ป้องกันสีกันไฟ ไม่ให้โดนน้ำในขณะที่ติดตั้ง

3.3 การติดตั้ง

ติดตั้งด้วยวิธีการตามที่ระบุในแบบ หากไม่ได้ระบุให้เลือกวิธีการติดตั้งโดยสอบถามจากผู้ควบคุมงานและผู้ออกแบบ

- กรณีวิธีการทา
ทาสีกันไฟแต่ละชั้นที่ความหนา 250 – 500 ไมครอน และสามารถทาได้มากกว่า 1 ชั้นเพื่อให้ได้ความหนาตามที่ผู้ออกแบบหรือผู้ควบคุมงานกำหนด
- กรณีวิธีการพ่น
พ่นสีกันไฟแต่ละชั้นที่ความหนา 250 – 700 ไมครอน หากเป็นพื้นผิวที่ไม่มีการทาสีหรือพ่นได้ 1000 ไมครอน ทั้งนี้ต้องเป็นไปตามที่ผู้ควบคุมงานกำหนด
- สีทับหน้า (Topcoat) สามารถใช้สีในกลุ่ม สีอะครีลิค สีอีพ็อกซี่ และสีโพลียูรีเทน ตามแต่ผู้ควบคุมงานและผู้ออกแบบพิจารณาอนุมัติ

หมวด 9
งานส่วนประกอบสำเร็จรูป
SPECIALTIES

งานผนังสำเร็จรูปกันห้องน้ำห้องส้วม
TOILET COMPARTMENTS

1. ขอบเขตของงาน

ผนังห้องน้ำสำเร็จรูปที่ได้ระบุไว้ในแบบก่อสร้างทั้งหมด ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ แรงงาน การประสานงาน กับผู้รับเหมา,ช่าง และการเตรียมทำแบบ Shop Drawing แสดงถึงรายละเอียดการติดตั้ง การยึดระยะต่าง ๆ ให้เป็นไปตามแบบและขนาด ซึ่งกำหนดไว้ในแบบก่อสร้างรวมถึงรายละเอียดที่ผู้ควบคุมงานกำหนด เพื่อขออนุมัติตรวจสอบพิจารณาอนุมัติตามความต้องการของผู้ออกแบบ

2. วัสดุ

2.1 วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างนี้ จะต้องเป็นวัสดุใหม่ต้องห่อหุ้มเรียบร้อยจากบริษัทผู้ผลิต มีเครื่องหมายรายละเอียดต่าง ๆ แสดงรุ่นและชื่อผู้ผลิตอย่างสมบูรณ์ชัดเจน

2.2 ผนังห้องน้ำสำเร็จรูป

- แผ่นเสา แผ่นประตู และแผงกัน ทำจากแผ่น MFF (Melamine Face Foam board) โดยนำแผ่น HPL (High Pressure Laminates) ความหนา 0.8 มม. มาประกบกันทำการฉีด PU FORM (Polyurethane Foam) เข้าไปในเนื้อระหว่างกลางแผ่น HPL ด้วยความหนาแน่น 285-350 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร เนื้อโฟมที่ใช้เป็นชนิดปราศจากสาร Chlorofluorocarbons (CFC) การฉีดโฟม จะกระทำไปพร้อม ๆ กับการประกบแผ่น HPL โดยไม่ใช้การใด ๆ ในการผลิต ความหนาทั้งชิ้นตามที่ระบุในแบบ
- บานพับใช้แกนหมุนฝังลงในตัวบานประตูด้านบนและด้านล่างต้องผ่านการทดสอบตาม มอก.759-2531 หัวข้อ 10.2 สามารถเปิด-ปิดได้ไม่ต่ำกว่า 200,000 ครั้ง ขอบปิดทับด้วย PVC 2 มม. ทั้งสี่ด้าน ด้วยระบบการร้อนที่ 220 องศาเซลเซียส สามารถกันน้ำได้ และสามารถกันกรด – ด่างได้เป็นอย่างดี ไม่เป็นสื่อลามไฟ และไม่เป็นสื่อนำไฟฟ้า แผ่นเสา แผ่นประตู และแผ่นกันต้องไม่ติดไฟ ไม่บวมน้ำ ไม่ผุกร่อนจากความชื้น ไม่เป็นที่เพาะเชื้อโรค แมลงและปลวกไม่กัดกิน
- อุปกรณ์เป็น Stainless Hairline และต้องไม่มีรอยต่อระหว่างแผ่นกันกลาง สีของประตู เสา และแผ่นกันต้องเป็นสีเดียวกันและได้รับมาตรฐาน ISO 9001 : 2000

2.3 วัสดุประกอบการติดตั้ง

- บารับนียึดอยู่ด้านบนสุดระหว่างแผ่นเสาทำจากอลูมิเนียมรีดขึ้นเป็นรูปทรงกลมเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 5 ซม. หนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม. ชูบอโนโตซีไม่น้อยกว่า 18 ไมครอน ปลายบารับนียึดด้วย CAP พลาสติกชนิด ABS สีดำ
- ประตูมีความสูง 178 ซม. บานพับฝังลงในบานประตู ด้านบนและล่าง
- มีอลูมิเนียมฝังสีกหลายติดด้านข้างประตูทั้ง 2 ด้าน และมีตัวกันกระแทก จำนวน 1 ตัว
- บานพับทำจาก Stainless Steel SUS 304 Hairline ฝังลงในบานประตู ด้านบนและล่าง กลอนประตู ทำจาก Stainless Steel SUS 304 Hairline มีแผ่น Stainless ประกบกับตัวกลอนด้านหน้าเป็นทรงกลม ความหนาไม่น้อยกว่า 3 มม. ใต้แสดงสัญลักษณ์การใช้งานห้องน้ำด้วยสีเขียว – แดง และสามารถไขออกจากด้านหน้า

ได้ในกรณีฉุกเฉิน ไม่สามารถขึ้น นี้อต สกรูจากด้านหน้าและต้องผ่านการทดสอบตาม มอก.759-2531หัวข้อ 10.2 สามารถเปิด-ปิดได้ไม่ต่ำกว่า 200,000 ครั้ง

- ขาตั้งทำจาก Stainless Steel SUS 304 Hairline ความสูงจากพื้น 12 ซม. และสามารถปรับระดับขึ้น – ลง ได้ ไม่น้อยกว่า 5 ซม.
- นี้อตและสกรู ที่ใช้สำหรับการติดตั้งทุกชิ้นต้องเป็น Stainless Steel SUS 304

2.4 อุปกรณ์ประกอบ

- บานพับ Stainless Steel SUS 304 Hairline พร้อมตัวรับ นี้อต จำนวน 2 ชุด
- กลอนประตู ทำจาก Stainless Steel SUS 304 มีแผ่น Stainless Hairline ประกับกับตัวกลอนด้านหน้าเป็นทรงกลม แสดงสัญลักษณ์การใช้งานห้องน้ำด้วยสีเขียว – แดง ด้านหน้าเป็นผิวเรียบ จำนวน 1 ตัว
- ขอบแนวผ้าพร้อมที่กันกระแทก จำนวน 1 ตัว
- ขาตั้งทำจาก Stainless Steel SUS 304 Hairline จำนวน 1 ตัว
- มีสลักหลอดติดด้านข้างประตูทั้ง 2 ด้าน และมีตัวกันกระแทก จำนวน 1 ตัว
- ที่ใส่กระดาษชำระทำจาก Stainless Steel SUS 304 Hairline จำนวน 1 ตัว
- บารับนียึดอยู่ด้านบนสุดระหว่างแผ่นเสาทำจากอลูมิเนียมรีดขึ้นเป็นรูปทรงกลม
- ที่ใส่สบู่ใช้ในกรณีที่ห้องอาบน้ำเท่านั้น ระบุในแบบ

2.5 อุปกรณ์ยึด

- อุปกรณ์ยึด จับทั้งหมดทำจาก Stainless Steel SUS 304 Hairline เช่น บานพับติดตั้งยึดกับแผ่นประตูกับเสาข้าง อย่างน้อย 3 จุดสามารถถอดบานได้
- ขาตั้งความสูงจากพื้น 12 ซม. และสามารถปรับระดับขึ้น – ลงได้ ไม่น้อยกว่า 5 ซม. กลอนประตูทำจาก Stainless Steel SUS 304 Hairline มีแผ่น Stainless ประกับกับตัวกลอนด้านหน้าเป็นทรงกลม ความหนา ไม่น้อยกว่า 3 มม. ไร้แสดงสัญลักษณ์การใช้งานห้องน้ำด้วยสีเขียว – แดง ไม่สามารถขึ้น นี้อต สกรู จากด้านหน้าได้
- บารับนียึดอยู่ด้านบนสุดระหว่างแผ่นเสาทำจากอลูมิเนียมรีดขึ้นเป็นรูปทรงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า 5 ซม. หนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม. ซุปเปอร์ไคซีไม่น้อยกว่า 18 ไมครอน ปลายบารับนียึดด้วย CAP พลาสติกชนิด ABS สีดำ บังไก้นช่องโหว่ระหว่างประตู ผลิตจากอลูมิเนียมไม่น้อยกว่า 1.5 มม. ซุปเปอร์ไคซีไม่น้อยกว่า 18 ไมครอน

3. การดำเนินการ

- 3.1 ผู้รับจ้างจะต้องหาช่างฝีมือที่มีความชำนาญในการติดตั้งทุก ๆ ส่วนที่ติดตั้งแล้วจะต้องมั่นคงแข็งแรงได้ระดับในแนวตั้งและแนวนอนด้วยความประณีตเรียบร้อย จะต้องปฏิบัติตามแบบและมาตรฐาน กรรมวิธีการติดตั้งของบริษัทผู้ผลิต และต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ออกแบบ
- 3.2 ผู้รับจ้างต้องมีการประสานงานร่วมกันกับผู้รับจ้างหลัก เพื่อกำหนดตำแหน่งที่เกี่ยวข้องในการติดตั้งทั้งหมดและตรวจสอบสถานที่ทุกแห่งในส่วนที่เกี่ยวข้อง ที่จะมีการติดตั้งให้สมบูรณ์เรียบร้อยก่อนจะมีการติดตั้ง
- 3.3 ประตูที่ติดตั้งแล้วต้องมีความมั่นคง แข็งแรง เปิด-ปิด ได้สะดวก และสามารถตั้งแกนบานพับให้ส่วกลับเองได้
- 3.4 ผนังห้องน้ำสำเร็จรูปรวมถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องต้องยึดแน่นแข็งแรงกับพื้นได้ระยะตามที่ผู้ออกแบบกำหนด
- 3.5 การทดสอบเมื่อทำการติดตั้งเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบการใช้งานของผนังห้องน้ำสำเร็จรูปและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ให้อยู่ในสภาพการใช้งานที่ดี ในกรณีที่ขัดข้อง ให้ผู้รับจ้างดำเนินการแก้ไขให้เรียบร้อยก่อนส่งมอบงาน ในกรณีเช่นนี้ผู้รับจ้างจะคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมมิได้

4. ตัวอย่างวัสดุ
- ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาตัวอย่างวัสดุแต่ละชนิดที่ใช้ ให้ผู้ออกแบบได้ตรวจสอบความต้องการและอนุมัติก่อนทำการติดตั้งวัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ รวมถึง
- Door Stopper
 - Lock Rim bolt
 - Spring Hinge
 - Tissue Holder
 - Bumper Hook
 - Head Rail
 - U - Profile
 - Adjustable Footing
 - Door and Partition
 - รายละเอียดประกอบตัวอย่าง (Manufacture's Specifications) แสดงถึงการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุ และส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
5. การทำความสะอาด
- ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดผนังห้องน้ำสำเร็จรูปและทุกแห่งในส่วนที่เกี่ยวข้องหลังจากการติดตั้ง โดยปราศจากรอยร้าว แตกบิ่น รอยขีดข่วน รอยด่าง หรือมีตำหนิหลุดล่อน และต้องไม่เปื้อนอะไรมากเกินไป หากเกิดความเสียหายดังกล่าวจะต้องแก้ไขหรือ เปลี่ยนใหม่ ก่อนขออนุมัติการตรวจสอบจากผู้ออกแบบ-ผู้ควบคุมงาน และก่อนส่งมอบงาน
6. การรับประกันคุณภาพ
- 6.1 ห้องน้ำสำเร็จรูป รับประกันการบวมน้ำเป็นเวลา 3 ปี โดยผู้ผลิต
 - 6.2 ห้องน้ำสำเร็จรูป รับประกันการผุกร่อนจากการใช้งานปกติเป็นเวลา 3 ปี โดยผู้ผลิต
 - 6.3 การออกไปรับประกัน ต้องออกไปรับประกันให้แก่เจ้าของโครงการโครงการ โดยจะออกไปเมื่อวันตรวจรับงานแล้วเสร็จ ไม่เกิน 7 วัน

สุขภัณฑ์
SANITARY FACILITIES

อุปกรณ์ประกอบห้องน้ำ-ห้องส้วม
BATH & TOILET ACCESSORIES

1. ขอบเขตของงาน

- 1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุและอุปกรณ์ที่มีคุณภาพแรงงานที่มีฝีมือและความชำนาญมีระบบควบคุมคุณภาพที่ดีสำหรับงานติดตั้งสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ประกอบ และงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ตามระบุในแบบและรายการประกอบแบบพร้อมการทดสอบ
- 1.2 ก่อนการติดตั้งสุขภัณฑ์ทั้งหมด ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบ ขนาด ตำแหน่ง ระดับในงานระบบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ตั้งแต่ขั้นตอนงานโครงสร้างหรืองานเทคอนกรีตงานปูกระเบื้องหรือหินก่อนติดตั้งสุขภัณฑ์ จนถึงขั้นตอนการติดตั้งอุปกรณ์ประกอบสุขภัณฑ์
- 1.3 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายที่เกิดขึ้นจากความผิดพลาดคลาดเคลื่อนในการติดตั้งสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ประกอบ หากคาดว่าจะมีปัญหา ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบ เพื่อหาทางแก้ไข ห้ามกระทำไปโดยพลการ
- 1.4 ผู้รับจ้างจะต้องจัดแคตตาล็อก หรือตัวอย่าง 2 ชุด รายละเอียดการติดตั้งและอื่นๆ ให้ผู้ควบคุมงานและ/ผู้ออกแบบพิจารณาอนุมัติก่อนการสั่งซื้อ
- 1.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ Shop Drawing ห้องน้ำทุกห้อง เพื่อให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนงานเทคอนกรีตโครงสร้างของห้องน้ำ ดังนี้
 - 1.5.1 แบบแปลน, รูปด้าน, รูปตัด แสดงตำแหน่งสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ประกอบทั้งหมด พร้อมแสดงแนวรอยต่อกระเบื้องหรือหิน ระบุรุ่นของสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ประกอบให้ชัดเจน รวมถึงขนาดระยะต่างๆ และรูปร่างจะต้อง ถูกต้องตามรุ่นที่ระบุ
 - 1.5.2 แบบขยายการติดตั้งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นตามความต้องการของผู้ควบคุมงาน

2. วัสดุ

- 2.1 สุขภัณฑ์และอุปกรณ์ประกอบ ให้ใช้รุ่นและสีตามที่ระบุในแบบ หากไม่ระบุสีของสุขภัณฑ์ในแบบ ให้ใช้สีขาว
- 2.2 ผนังกันห้องน้ำพร้อมประตูสำเร็จรูปพร้อมอุปกรณ์ สแตนเลส ครบชุด รายละเอียดตามหมวดงานผนังกันห้องน้ำ-ส้วม
- 2.3 กระจกเงา ขนาดตามระบุในแบบ ให้ใช้กระจกเงาอย่างดี หนา 6 มิลลิเมตร หากไม่ระบุขนาดในแบบ ให้ใช้ขนาด 600x900 มิลลิเมตร (2x3 ฟุต) ยึดด้วยหมุด สแตนเลส 4 มุม ลบขอบและมุมกระจกให้เรียบร้อย ติดตั้งบนผนังกระเบื้องหรือผนังหินเนื้ออ่างล้างหน้าทุกอ่าง
- 2.4 ช่องระบายน้ำพื้น (Floor Drain) ให้ใช้ชนิด สแตนเลส ตามระบุในแบบ

3. การดำเนินการและจำนวน

กรณีที่มิได้ระบุในแบบ ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ดังนี้

- 3.1 ที่ใส่กระดาษชำระ 1 อัน ทุกๆ โถส้วม 1 ที่ หากเป็นห้องน้ำสำเร็จรูปให้ใช้ที่ใส่กระดาษชำระของห้องน้ำสำเร็จรูปนั้น
- 3.2 ที่ใส่สบู่ 1 อัน ทุกๆ อ่างอาบน้ำและทุกฝักบัวอาบน้ำ หรือทุกห้องอาบน้ำ
- 3.3 ก๊อกติดผนังหรือก๊อกเตี้ย 1 ชุด ทุกห้องน้ำ 1 ห้อง เพื่อไว้ล้างทำความสะอาดห้องน้ำห้องนั้น
- 3.4 ตะขอแขวนผ้าที่บานประตูห้องส้วมทุกห้องและห้องน้ำทุกห้อง
- 3.5 รวบรวมผ้าสำหรับทุกห้องที่มีฝักบัวอาบน้ำ

- 3.6 Stop Valve สำหรับท่อน้ำดีทุกอ่างล้างหน้า ทุกโถส้วม (ฟลัชแทงค์) และทุกสายฉีดชำระ
 - 3.7 Floor Drain สำหรับทุกห้องอาบ น้ำทุกห้องน้ำ เพื่อการระบายน้ำได้ดีของห้องน้ำทุกห้องโดยพื้นดังกล่าว จะต้องเอียงลาดสู่ Floor Drain ตาม Shop Drawing ที่ได้รับอนุมัติ หากไม่ระบุในแบบให้ใช้ Floor Drain สแตนเลส ขนาดไม่เล็กกว่า Dia. 75 มิลลิเมตร (3 นิ้ว) โดยท่อระบายน้ำทั้งหมดที่ต่อจาก Floor Drain ดังกล่าว จะต้องมีความไม่เล็กกว่า Dia. 75 มิลลิเมตร (3 นิ้ว)
4. การบำรุงรักษา
- 4.1 งานสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ที่ติดตั้งเสร็จแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดลองให้ใช้งานได้ดี และไม่มีกรร่วซึมใดๆ แล้วทำความสะอาดให้เรียบร้อย
 - 4.2 การทำความสะอาดจะต้องใช้น้ำยาทำความสะอาดที่ไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่อสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ประกอบต่างๆ
 - 4.3 ผู้รับจ้างจะต้องป้องกันไม่ให้สุขภัณฑ์และอุปกรณ์ประกอบต่างๆ สกปรก หรือเสียหาย หรือมีการใช้งาน ตลอดระยะเวลาก่อสร้าง หากมีส่วนใดส่วนหนึ่งเสียหาย แตกร้าว เป็นคราบด่างไม่สวยงามหรือร่วซึม ผู้รับจ้างจะต้องทำการแก้ไขหรือเปลี่ยนให้ใหม่ ตามคำสั่งของผู้ควบคุมงาน โดยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง

หมวด 10
งานตกแต่งภายใน
INTERIOR DECORATION

งานเฟอร์นิเจอร์
FURNITURE & ACCESSORIES

1. ขอบเขตงาน

- 1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุและอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือและความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพที่ดี สำหรับงานตกแต่งภายใน และงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ตามระบุในแบบและรายการประกอบแบบ
- 1.2 ก่อนการติดตั้งงานเฟอร์นิเจอร์ทั้งหมด ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบ ขนาด ตำแหน่ง ระดับในงานระบบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด เพื่อให้มั่นใจในความถูกต้อง เรียบร้อย ของชิ้นงานในสภาพพื้นที่จริง
- 1.3 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายที่เกิดขึ้นจากความผิดพลาดคลาดเคลื่อนในการติดตั้งงานเฟอร์นิเจอร์ ทั้งแบบติดตั้งและแบบลอยตัว หากคาดว่าจะมีปัญหา ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบ เพื่อหาทางแก้ไข ห้ามกระทำให้ไปโดยพลการ
- 1.4 ผู้รับจ้างจะต้องจัดแคตตาล็อก หรือตัวอย่าง 2 ชุด รายละเอียดการติดตั้งและอื่นๆ ให้ผู้ควบคุมงานและ/หรือออกแบบ พิจารณานุมัติก่อนการสั่งซื้อ
- 1.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ Shop Drawing ห้องทุกห้อง เพื่อให้ผู้ควบคุมงานพิจารณานุมัติก่อนงานเฟอร์นิเจอร์จะเริ่มดำเนินการ เพื่อให้ขนาดและระยะทั้งหมด สอดคล้องกับสภาพพื้นที่จริง โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - 1.5.1 แบบแปลน, รูปด้าน, รูปตัด แสดงตำแหน่งงานเฟอร์นิเจอร์ทั้งหมด ทั้งแบบติดตั้งและแบบลอยตัว พร้อมแสดงแนวรอยต่อชิ้นงาน การติดตั้งวัสดุต่างชนิด อุปกรณ์ประกอบ อุปกรณ์ลิ้นชัก งานระบบที่เกี่ยวข้องทั้งหมดให้ชัดเจน รวมถึงขนาดระยะต่างๆ และรูปร่างจะต้องถูกต้องตามที่ระบุ
 - 1.5.2 แบบขยายการติดตั้งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นตามความต้องการของผู้ควบคุมงาน
- 1.6 งานที่ต้องใช้ความประณีตเป็นพิเศษ เช่น งานลวดลาย งาน PAINT งาน GRAPHIC งานบุโลหะ งานจิตรกรรม ฯลฯ ผู้รับจ้างต้องใช้ช่างที่มีความชำนาญเฉพาะทางเป็นผู้จัดทำ รวมถึงงานที่เกี่ยวข้อง เช่น งานระบบไฟฟ้า ระบบแสง ระบบเสียง ต่างๆ ด้วย
- 1.7 ในการจัดทำเฟอร์นิเจอร์ติดตั้ง (Build-In) ในส่วนของผนังตกแต่งในชุดเฟอร์นิเจอร์ เช่น กรูกระฉาก กรอบรูปชนิดต่างๆ หรือกรู Compact Laminate เป็นต้น ที่อยู่ระหว่างตู้ล่างกับตู้ลอยนั้น ให้มีการประสานงานโดยรอบคอบ หากต้องมีการเสริมโครงรับน้ำหนัก หรืองานระบบที่เกี่ยวข้อง ทางผู้รับจ้างต้องรับทราบและดำเนินการอย่างระมัดระวัง เพื่อไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดเสียหายได้
- 1.8 ชุดเฟอร์นิเจอร์ติดตั้ง (Build-In) ที่มีการติดตั้งอ่าง Sink จะต้องติดตั้งงานระบบท่อน้ำดี ท่อน้ำร้อน ท่อน้ำทิ้ง ช่องทำความสะอาด และอื่นๆ ตามข้อกำหนดงานสุขาภิบาลร่วมด้วย
- 1.9 ชุดเฟอร์นิเจอร์ติดตั้ง (Build-In) ที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า เดินสายไฟ เดินสายโทรศัพท์ หรือเดินสายสัญญาณ ต่าง ๆ โดยการติดตั้งจะต้องเตรียมการวางท่อร้อยสาย การเจาะช่องติด Plate ปลั๊ก-สวิตช์ หรือติดตั้งดวงโคม ก็ให้ดำเนินการตามมาตรฐานงานระบบไฟฟ้าร่วมด้วย
- 1.10 งานทำสีเฟอร์นิเจอร์ทั้งหมด ผู้รับจ้างต้องจัดทำแผ่นตัวอย่าง ขนาด 1 ตารางฟุต เพื่อเสนอให้ผู้ออกแบบพิจารณา

2. วัสดุ

วัสดุและอุปกรณ์ทุกชิ้น ต้องมีคุณภาพดี ถูกต้องตามแบบและรายการประกอบแบบ เป็นของใหม่ ไม่บุบ ไม่มีรอยขีดข่วน ไม่มีการชำรุดหรือเสื่อมสภาพ การเก็บรักษาถูกต้องตามมาตรฐานผู้ผลิต และจะต้องนำตัวอย่างมาให้ผู้ออกแบบและผู้ควบคุมงานพิจารณา ก่อนดำเนินการติดตั้ง หากติดตั้งโดยพลการ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไข ปรับเปลี่ยนใหม่ ตามการวินิจฉัยของผู้ออกแบบ โดยค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น ทางผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบและไม่สามารถคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมใด ๆ ทั้งสิ้น

2.1 งานไม้

- 2.1.1 ไม้ที่นำมาใช้ในงานตกแต่งภายใน ต้องเป็นไม้ที่คัดแล้ว ไม่มีรอยบิ่น รอยฉีก แตกร้าว บิดงอ ไม่มีตาไม้ หรือกระพุ้งไม้ หรือตำหนิอื่นใด และต้องเป็นไม้ที่ผ่านการอบหรือผึ่งให้แห้งสนิท ไม่เกิดปัญหาการยืดหดหรือบิดงอในภายหลัง
- 2.1.2 ความต่างของขนาดไม้ ต้องไม่ต่างกันเกิน 3%
- 2.1.3 ไม้จะต้องได้รับการเคลือบด้วยสารป้องกันแมลง กันมอด กันปลวก ก่อนนำไปดำเนินการ
- 2.1.4 ไม้ฉลิมที่ไม้ ต้องเป็นชนิดทนชื้น
- 2.1.5 กาวหรือวัสดุประสานที่ใช้ ต้องเหมาะกับไม้ชนิดนั้น ๆ
- 2.1.6 Particle Board จะต้องใช้ในพื้นที่แห้งเท่านั้น
- 2.1.7 MDF Board ต้องมีความหนาแน่น 700 kg./m.² หากเคลือบด้วย Melamine ต้องเคลือบทั้ง 2 ด้าน
- 2.1.8 ไม้ปิดขอบให้ใช้ไม้จริง ความหนาไม่ต่ำกว่า 6 มม.

2.2 งานอุปกรณ์ประกอบ

อุปกรณ์ประกอบเฟอร์นิเจอร์ทั้งหมด ที่ใช้ในการประกอบติดตั้ง กำหนดให้ใช้อุปกรณ์คุณภาพดีเกรด A โดยอุปกรณ์ต่าง ๆ หากไม่ระบุในแบบ ให้มีมาตรฐานการใช้ ดังนี้

- 2.2.1 อุปกรณ์บานพับ ใช้ชนิดบานพับขอบ เปิดลิ้นไม้สละจุด ปิดเปิดได้นุ่มนวล
- 2.2.2 อุปกรณ์รางลิ้นชัก ผ่านการทดสอบ 80,000 รอบ โดยมาตรฐาน DIN 15338
- 2.2.3 มือจับ หากไม่ระบุในแบบ ให้ใช้มือจับแบบฝัง วัสดุ Stainless ระบุผิวโดยผู้ออกแบบ
- 2.2.4 อุปกรณ์อื่นใด ตามลักษณะการใช้งานของเฟอร์นิเจอร์ชิ้นนั้น ๆ และตามที่กำหนดในแบบ

2.3 งานกุญแจ

ผู้รับจ้างต้องจัดทำป้ายรายละเอียดกุญแจ รวมทั้ง Master Key (หากทางเจ้าของโครงการต้องการ) ให้ตรงกันกับกุญแจทุกชนิด และต้องส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างทั้งหมดทันทีที่มีการส่งมอบพื้นที่ ห้ามจำลองกุญแจเหล่านี้โดยเด็ดขาดไม่ว่ากรณีใด ๆ หากกุญแจสูญหายก่อนการส่งมอบ ผู้รับจ้างต้องทำการเปลี่ยนกุญแจชุดนั้น ๆ ทั้งหมด โดยคิดเป็นค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมมิได้

3. การดำเนินการ

3.1 การติดตั้งโครงไม้

- 3.1.1 ต้องติดตั้งแนวให้ระดับและได้ฉาก ทั้งในแนวตั้งและแนวนอนตามที่กำหนด
- 3.1.2 ระยะห่างของโครงหากไม้ได้ระบุไว้ในแบบ ให้ใช้ระยะไม่เกินกว่า 400 มิลลิเมตร
- 3.1.3 ในการเข้าไม้หรือเข้ามุมต่าง ๆ ของการตกแต่ง ต้องสนิทและได้ฉาก การเข้าไม้หรือเข้าเคียวต้องดำเนินการอย่างประณีตทุกจุด ต้องอัดแน่นด้วยการที่ใช้กับงานไม้โดยเฉพาะ ห้ามเจือปนสารอื่น การเข้าเคียวทุกอันต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า 9.5 มิลลิเมตร (3/8") การตอกตะปูต้องตอกด้วยตะปูตัดหัวหรือทุบหัว และส่งให้จมในเนื้อไม้ก่อนที่จะอุดหัวตะปู การตอกต้องไม่ปรากฏรอยค้อนบนพื้นผิว

- 3.1.4 การต่อไม้ ให้ต่อที่แนวแบ่งช่วง ห้ามต่อที่ส่วนกลางของการแบ่ง นอกจากการต่อแบบบังใบและเข้ามุม รอยต่อสนิเป็นผิวเดียวกัน
- 3.1.5 ในการติดตั้งกับผนัง หากผิวผนังไม่เรียบร้อย ต้องทำการปรับผิวผนังก่อนทำการยึดโครง
- 3.1.6 การรับน้ำหนักของตู้งานเฟอร์นิเจอร์ติดตั้ง (Build-In) จะต้องรับน้ำหนักได้เทียบกับการบรรจุหนังสือเต็มพื้นที่ทุกชั้น โดยที่โครงสร้างผู้ต้องไม่เสียรูปทรง ไม่บิด ไม่แอ่นหรือตกท้องช้าง หากผู้รับจ้างประเมินแล้วว่า อาจเกิดปัญหากับกรณีการรับน้ำหนัก ให้รับน้ำหนักเข้าปรึกษาผู้ควบคุมงาน ถ้าปล่อยปละละเลย ดำเนินการต่อไปแล้วเกิดความเสียหาย ทางผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากกรณีนี้
- 3.2 การกรุผิวหน้า
- 3.2.1 ไม้อัดที่ใช้ในการกรุผิวหน้า ให้มีคุณภาพมาตรฐาน มอก. 178 ต้องเป็นแผ่นเกรด A คัดลาย การเข้าไม้ให้ใช้การทาส่วนที่จะยึดติดก่อนติดด้วยตะปูหัวตัด และส่งให้ลึกลงไปในเนื้อไม้ การตอกตะปูต้องทำด้วยความประณีต ไม่มีรอยค้อนปรากฏบนพื้นผิว ระยะการตอกต้องห่างกันไม่เกิน 200 มิลลิเมตร และต้องอัดแนวต่อไว้จนกว่าการจะแห้งสนิท
- 3.2.2 แผ่นลามิเนตแรงดันสูง
แผ่นลามิเนตแรงดันสูง หรือ High Pressure Laminate ก่อนดำเนินการติดตั้ง ให้ตรวจสอบส่วนที่จะกรุและตัดแต่งแผ่นให้ได้ขนาด ทำความสะอาดส่วนที่จะกรุ บัดเศษฝุ่นผงตามซอกมุมออกให้หมด ก่อนที่จะทำการทาส่วนที่จะประกบติด ให้อัดติดกันให้แน่นสนิท อย่าให้มีฟองอากาศหรือเป็นคลื่น การอัดให้อัดโดยใช้แม่แรงหรือสิ่งกดทับอื่น ๆ จนการเข้ามมให้เข้ามมโดยเรียบสนิท อัดขอบให้แน่น แล้วจึงตกแต่งมุม สำหรับพื้นที่ที่ต้องการการต่อแผ่น ให้ต่อที่ส่วนกลางของพื้นที่ หรือจัดแบ่งเป็นส่วนเท่า ๆ กัน แต่ต้องตรงกันทั้งผู้ล่างและด้านบน
- 3.2.3 Stainless Steel แบบแผ่นและแบบเส้น
หากในแบบไม่ระบุ ให้ใช้ความหนาไม่ต่ำกว่า 1 มิลลิเมตร ในการติดตั้งต้องทำความสะอาดส่วนที่จะกรุ บัดเศษฝุ่นผงตามซอกมุมออกให้หมด ก่อนที่จะทำการทาส่วนที่จะแล้วอัดวัสดุให้ติดกันแน่น โดยปราศจากฟองอากาศและการเป็นคลื่น โดยจะต้องพับขอบแผ่น Stainless ให้เรียบร้อย ชิ้นงานที่แล้วเสร็จจะต้องเรียบ ไม่เป็นคลื่น แนวเส้น-สันแผ่น รอยต่อแผ่นและรอยเชื่อมต่าง ๆ ต้องขัดและบัดให้เรียบสนิทเป็นผิวเดียวกัน
- 3.2.4 สารเคลือบผิวและกาบประสาน
สารเคลือบผิว สารกันซึม และกาบประสานทั้งหมด ต้องเป็นสารที่ผ่านการตรวจสอบเรื่องค่าการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหย (Low VOC Emitting) ตามมาตรฐาน LEED หรือมาตรฐานสากลอื่นใดที่เป็นที่ยอมรับ
- 3.2.5 การทำสีเฟอร์นิเจอร์
- (1) การย้อมสีไม้
ในที่นี้กล่าวถึงการย้อมสีไม้ด้วยฝุ่นจีน ก่อนการทำสีต้องตรวจสอบสภาพพื้นผิว คู่มือการย้อมสีหัวตะปูต่าง ๆ ให้จมลงในเนื้อไม้ อุดรอยต่อ อุดหัวตะปูและมุมต่าง ๆ ด้วยพุดตี้ หรือวัสดุอุดให้เรียบร้อย จากนั้นก็ดำเนินการ ดังนี้
- ขัดผิวให้เรียบด้วยกระดาษทรายหยาบ ถ้ายังเหลือรอยขรุขระ ต้องทำการอุดแต่งใหม่ แล้วขัดกระดาษทรายอีกครั้ง
 - ปิดเทปกั้นแนวในส่วนที่ไม่ได้ย้อมสีให้เรียบร้อย
 - ลงฝุ่นจีนย้อมผิว และขัดมันให้เรียบร้อยตามสีที่ต้องการ (เฉพาะการทำสีโอ๊ค)
 - การทาน้ำมันหรือสีจริงครั้งที่ 1 หากมีรอยขนแปรงหรือผิวไม่เรียบ ต้องขัดกระดาษทรายละเอียด แต่งลายและรอยต่อต่าง ๆ

- ทาน้ำมันหรือสีจริงครั้งที่ 2 หากมีรอยขนแปรงก็ต้องขัดให้เรียบร้อย จากนั้นจึงลง
ลูกประคบ แต่งสีครั้งสุดท้ายก่อนดำเนินการเคลือบผิว
- (2) การทาสีน้ำมัน/แล็คเกอร์
 - การทำสีน้ำมัน มีขั้นตอนดังนี้
 - ตรวจสอบสภาพพื้นผิว ดูเรื่องการย่ำหัวตะปูต่าง ๆ ให้จมลงในเนื้อไม้ อุดรอยต่อ อุดหัว
ตะปูและมุมต่าง ๆ ด้วยพุดสี หรือวัสดุอุดให้เรียบร้อย รวมถึงการขัดผิวและขัดฝุ่น
ละออง ก่อนการปิดเทปกั้นส่วนที่ไม่ต้องการ
 - ทาสีจริงครั้งที่ 1 และขัดผิวให้เรียบร้อยก่อนการทำสีจริงครั้งสุดท้าย
- ในกรณีที่ทาสีแล็คเกอร์ เสียนเต็ม ให้มีการปฏิบัติดังนี้
 - ขั้นที่ 1 ให้ขัดกระดาษทรายละเอียดโดยตลอดของผิวนอกที่มองเห็น
 - ขั้นที่ 2 ให้ลงแชลแล็คขาวใส
 - ขั้นที่ 3 ให้พ่นแล็คเกอร์และใช้ลูกประคบเดินให้แล็คเกอร์เต็มเสียน
 - ขั้นที่ 4 ขัดกระดาษทรายน้ำโดยตลอด
 - ขั้นที่ 5 ให้พ่นสีแล็คเกอร์ขั้นสุดท้าย 1 ครั้ง
- (3) การทำสีพ่น
 - สีพ่นให้ใช้สีคุณภาพสูง เป็นสีสำหรับงานเฟอร์นิเจอร์โดยเฉพาะ ในการทำสีให้ปฏิบัติตามขั้นตอน
ดังนี้
 - ขั้นที่ 1 จะต้องทาเคลือบผิวไม้ด้วยแชลแล็ค แล้วอุดรอยเสียนไม้ให้เต็ม และขัดด้วย
กระดาษทราย
 - ขั้นที่ 2 พ่นสีรองพื้น 1 ครั้ง แล้วขัดด้วยกระดาษทรายให้เรียบ
 - ขั้นที่ 3 พ่นสีจริง 2 ครั้ง แล้วทิ้งไว้ให้แห้ง
 - ขั้นที่ 4 ทำการปรับรอยต่อ ตรวจสอบพื้นผิวโดยตลอดให้เรียบร้อยด้วยลูกประคบ ทำซ้ำจนกว่าจะ
เรียบเสมอกัน
 - ขั้นที่ 5 พ่นสีครั้งสุดท้าย

3.3 การติดตั้งเฟอร์นิเจอร์ติดตั้ง

3.3.1 การติดตั้ง

ในการประกอบเฟอร์นิเจอร์เข้าที่ หรือเฟอร์นิเจอร์ติดตั้ง ช่วงระยะต่าง ๆ ผู้รับจ้างต้องเตรียมเผื่อการติดต่อ
เข้ามา ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่จริงก่อนเข้าติดตั้ง หากเฟอร์นิเจอร์ที่จะติดตั้งบังไฟหรืออุปกรณ์อื่น ๆ ผู้รับ
จ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการปรับแก้ให้เหมาะสม ทั้งนี้ต้องผ่านการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานและกรรมการ
ตรวจการจ้างฯ ก่อน

3.3.2 การตรวจสอบ

ในการประกอบเฟอร์นิเจอร์ ผู้ควบคุมงาน คณะกรรมการตรวจการจ้างฯ ตลอดจนเจ้าของโครงการ มีสิทธิ
ที่จะเข้าตรวจสอบความคืบหน้าของงานในระหว่างดำเนินการ ทั้งที่โรงงาน ณ หน่วยงานก่อสร้าง ได้ตลอดเวลา
ตั้งแต่เริ่มดำเนินการจนกระทั่งแล้วเสร็จสมบูรณ์ โดยผู้รับจ้างต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการตรวจ
ตลอดเวลา

3.3.3 การประกอบ

การประกอบไม้หรือเข้าไม้ ให้ใช้วิธีใดวิธีหนึ่งหรือหลายวิธีดังต่อไปนี้เท่านั้น คือ ตะปูเกลียว การเข้าเดือย
การเข้าแบบปากกลาม และการอัดกาวแน่น การติดตั้งที่ได้ต้องแนบสนิท ได้ระดับในทุกมิติ และยึดเข้าที่
อย่างถาวร

4. การเสนอตัวอย่างแบบองค์รวม

4.1 การนำเสนอห้องตัวอย่าง

ผู้รับจ้างต้องจัดทำห้องตัวอย่าง (Mock Up Room) ตามรายการที่ได้รับอนุมัติตามขั้นตอนอย่างถูกต้อง หรือตามที่ผู้ออกแบบเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อเสนอให้ทุกฝ่ายได้พิจารณาความเห็นและเสนอต่อคณะกรรมการตรวจการจ้างฯ ก่อนดำเนินการก่อสร้างในส่วนอื่นต่อไป

4.2 การนำเสนอตัวอย่างการประกอบเฟอร์นิเจอร์

ผู้รับจ้างต้องนำเสนอตัวอย่างเฟอร์นิเจอร์ที่ประกอบเสร็จแล้ว อย่างละ 1 ชิ้น ต่อผู้ควบคุมงานและผู้ออกแบบ เพื่อพิจารณา ในขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบและผู้ควบคุมงานสามารถเสนอแนวทางการปรับปรุง เพื่อความสมบูรณ์ของชิ้นงานได้ และเมื่อตัวอย่างดังกล่าว ได้รับการอนุมัติตามขั้นตอนเรียบร้อยแล้ว ก็ให้ยึดถือคุณภาพ มาตรฐานด้านฝีมือ ความสวยงามและความเรียบร้อยสมบูรณ์เป็นหลักในการประกอบเฟอร์นิเจอร์จำนวนที่เหลือต่อไป

5. การส่งมอบงาน

5.1 การทำความสะอาด

ผู้รับจ้างต้องเก็บกวาดทำความสะอาดทั้งหมดให้เรียบร้อย เศษวัสดุเหลือใช้ต้องทำการขนย้ายออกนอกพื้นที่ให้หมด นอกจากนี้ ยังต้องทำความสะอาดเป็นพิเศษสำหรับงานดังต่อไปนี้

5.1.1 ทำความสะอาดส่วนที่เป็นกระจกทั้งหมด ผู้รับจ้างจะต้องลบรอยเปื้อน รอยนิ้วมือ และด่างสีบนกระจกออกให้หมด ล้างพร้อมการขัดเงา และระมัดระวังไม่ให้เ็นรอยขีดข่วนใดๆ

5.1.2 ทำความสะอาดพื้นผิวงานสีทุกชิ้น ผู้รับจ้างต้องลบรอยเครื่องหมาย รอยเปื้อน รอยนิ้วมือรวมถึงรอยฝุ่นต่างๆ ออกจากพื้นผิวงานสี

5.1.3 ทำความสะอาดและขัดผิวงานโลหะทั้งหมดให้เรียบร้อยสวยงาม

5.1.4 ทุกพื้นผิวของชิ้นงาน ต้องดำเนินการเก็บเศษ บัดฝุ่น ทำความสะอาดให้ครบถ้วนสมบูรณ์

5.2 การทดสอบ

ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบอุปกรณ์ต่างๆ เช่น อุปกรณ์บานเปิด บานเลื่อน รางเลื่อน กุญแจ ไฟส่องสว่าง ประปา เครื่องใช้อื่นๆ จนสามารถใช้งานได้ดีทุกจุด

งานม่าน DRAPERY

1. ขอบเขตงาน

- 1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุและอุปกรณ์ที่ดีมีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือและความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพที่ดีสำหรับงานม่าน ตามระบุในแบบและรายการประกอบแบบ
- 1.2 ก่อนการติดตั้งงานม่านทั้งหมด ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบ ขนาด ตำแหน่ง ระดับในงาน ระบบต่างๆ ที่เกี่ยวเนื่องทั้งหมด เพื่อให้มั่นใจในความถูกต้อง เรียบร้อย ของชิ้นงานในสภาพพื้นที่จริง
- 1.3 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายที่เกิดขึ้นจากความผิดพลาดคลาดเคลื่อนในการติดตั้งงานม่าน หากคาดว่าจะมีปัญหา ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบ เพื่อหาทางแก้ไข ห้ามกระทำให้โดยพลการ
- 1.4 ผู้รับจ้างจะต้องจัดแคตตาล็อก หรือตัวอย่าง 2 ชุด รายละเอียดการติดตั้งและอื่นๆ ให้ผู้ควบคุมงานและ/หรือออกแบบพิจารณานุมัติก่อนการสั่งซื้อ
- 1.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ Shop Drawing ห้องทุกห้อง เพื่อให้ผู้ควบคุมงานพิจารณานุมัติก่อนงานม่านจะเริ่ม ดำเนินการเพื่อให้ขนาดและระยะทั้งหมด สอดคล้องกับสภาพพื้นที่จริง โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - 1.5.1 แบบแปลน, รูปด้าน, รูปตัด แสดงตำแหน่งงานม่านทั้งหมด พร้อมแสดงแนวรอยต่อชิ้นงาน การติดตั้งวัสดุต่างชนิด และอุปกรณ์ประกอบทั้งหมดให้ชัดเจน รวมถึงขนาดระยะต่างๆ และรูปร่างจะต้องถูกต้องตามที่ระบุ
 - 1.5.2 แบบขยายการติดตั้งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นตามความต้องการของผู้ควบคุมงาน

2. วัสดุ

วัสดุและอุปกรณ์ทุกชิ้น ต้องมีคุณภาพดี ถูกต้องตามแบบและรายการประกอบแบบ เป็นของใหม่ ไม่เลอะ ไม่มีรอยขีดข่วน ไม่มีการชำรุดหรือเสื่อมสภาพ การเก็บรักษาถูกต้องตามมาตรฐานผู้ผลิต มีการรับประกันว่าชิ้นส่วนจะไม่เกิดสนิม และจะต้องนำตัวอย่างมาให้ผู้ออกแบบและผู้ควบคุมงานพิจารณาก่อนดำเนินการติดตั้ง หากติดตั้งโดยพลการ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไข ปรับเปลี่ยนใหม่ ตามการวินิจฉัยของผู้ออกแบบ โดยค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น ทางผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบและไม่สามารถคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งผ้าที่ใช้ต้องผ่านการเคลือบน้ำยากันไฟตามมาตรฐานสากล โดยมีเอกสารรับรองจากผู้ผลิต

2.1 ม่านม้วน

2.1.1 ม่านม้วนระบบโซ่ดึง

- (1) ระบบเกียร์ของโซ่ดึงทำจากพลาสติกอย่างดี พร้อมอุปกรณ์ผ้าเบรกสำหรับดักน้ำหนักผ้า
- (2) ขาจับเป็นแผ่นเหล็กเต็มแผ่นขึ้นรูป ยึดด้านหลังเพื่อรองรับชุดม่าน
- (3) แกนม้วนผ้าอลูมิเนียมพร้อมร่องสำหรับสอดผ้าช่วยในการถอดทำความสะอาด หรือเปลี่ยนม่านได้โดยง่ายโดยไม่ต้องถอดชุดขาจับ
- (4) โซ่ดึง Stainless
- (5) กล่องม่านรูปตัวแอล ติดตั้งเพื่อบังแกนม้วนผ้า
- (6) ผ้าม่าน ทำจาก Polyester 100% หรือตามที่ระบุในแบบ และต้องเป็นชนิดไม่ลามไฟ

2.1.2 ม่านม้วนระบบมอเตอร์ไฟฟ้า

- (1) สามารถใช้ได้ทั้งระบบ Switch Control และระบบ Remote Control หรือตามที่ระบุในแบบ โดยกำหนดให้ม่านที่อยู่ในพื้นที่เดียวกัน โถงเดียวกัน หรือห้องเดียวกัน ขึ้น-ลงโดยพร้อมกัน

- (2) ผู้รับจ้างต้องนำเสนอการแบ่งชุดของมอเตอร์หรือผ้าม่าน ต่อผู้ควบคุมงานและผู้ออกแบบ เพื่อขอ อนุมัติก่อนดำเนินการ ทั้งนี้ในการแบ่งชุดของม่าน ต้องแบ่งให้เหมาะสมกับการใช้งาน การรับ น้ำหนักของแกนม่าน ขนาดของมอเตอร์ และความเร็วในการขึ้น-ลง

2.2 ม่านจีบหรือม่านทั่วไป

2.2.1 ชายม่าน

- (1) ชายม่านด้านบนเย็บประกบผ้าเนื้อหยาบด้านใน หน้า 2 ชั้น กว้างประมาณ 4 นิ้ว
- (2) ชายม่านด้านข้างเย็บ 2 ชั้นแบบซ่อนตะเข็บ กว้าง 1 ½ นิ้ว
- (3) ชายม่านด้านล่างเย็บ 2 ชั้นแบบซ่อนตะเข็บ กว้าง 4 นิ้ว ยกเว้นกรณีที่ใช้ผ้าแบบมีขอบสำเร็จรูป
- (4) ใส่ตัวถ่วงน้ำหนักด้านในชายผ้าด้านล่าง
- (5) การจัดวางลายผ้าม่าน จะต้องต่อเนื่องกันตลอดทั้งผืน

3. การส่งมอบงาน

- 3.1 ผู้รับจ้างต้องทำการตรวจสอบสภาพการใช้งานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งระบบโซ่ดึง ระบบมอเตอร์ หรือระบบอื่น ๆ ให้ใช้ การได้เป็นอย่างดีก่อนการส่งมอบพื้นที่
- 3.2 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการทำความสะอาดม่าน รวมถึงดูแลไม่ให้มีรอยยับ ก่อนการส่งมอบพื้นที่

หมวด 11
งานคอนกรีตและงานโครงสร้าง
CONCRETE

งานคอนกรีต
CONCRETE

1. ข้อกำหนดทั่วไป
งานคอนกรีตในที่นี้ หมายถึงการทำงานคอนกรีตสำหรับโครงสร้างตามแบบและรายการก่อสร้างอย่างเคร่งครัด หากมิได้ระบุในแบบและรายการก่อสร้าง รายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก และงานคอนกรีตให้เป็นไปตาม “มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก” ฉบับล่าสุดของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ที่ 1001 – 16 ทุกประการ
2. วัสดุสำหรับงานคอนกรีต
 - 2.1 ปูนซีเมนต์ จะต้องเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่มอก. 5 – 2514/2517 ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ ตราช้าง หรือ ตราเพชร หรือ พญานาคเศียรเดียวสีเขียว หรือเทียบเท่า
 - 2.2 น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตจะต้องสะอาด ปราศจากสารต่าง ๆ เช่น น้ำมัน กรด ด่าง อินทรีย์วัตถุหรือสารอื่นใด ที่จะเป็นอันตรายต่อคอนกรีตหรือเหล็กเสริม ห้ามใช้น้ำจากคูคลอง หรือแหล่งอื่นใดก่อนได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ควบคุมงาน
 - 2.3 มวลรวมหยาบ หมายถึง หินหรือกรวดจะต้องสะอาด แข็งแกร่ง ไม่เปราะ หรือแตกง่ายไม่ฝุ่น มีส่วนคละและความแข็ง ตามมาตรฐาน ASTM มีขนาดไม่ใหญ่กว่า 40 มิลลิเมตร
 - 2.4 มวลรวมละเอียด หมายถึง ทรายหยาบต้องเป็นทรายน้ำจืด คมแข็ง ปราศจากวัสดุอื่นเจือปน มีขนาดและส่วนคละ ตามมาตรฐาน ASTM
 - 2.5 สารเคมีผสมเพิ่ม ได้แก่ สารผสมอื่น ๆ ที่ใช้ผสมเพื่อปรับปรุงคุณภาพคอนกรีตให้ดีขึ้น โดยเสนอขอความเห็นชอบต่อผู้ควบคุมงานก่อนใช้
 - 2.6 ผู้รับจ้างต้องผสมอัตราส่วนระหว่างปูนซีเมนต์ผสมมวลรวมหยาบ มวลรวมละเอียดและน้ำให้ได้คอนกรีตที่มีกำลังอัดตรงตามที่กำหนดไว้ในแบบ และรายการก่อสร้าง
3. การจัดเก็บวัสดุ
 - 3.1 ปูนซีเมนต์จะต้องเก็บไว้ในสถานที่แห้งมีหลังคา และผนังปกคลุมมิดชิด พื้นยกสูงไม่ต่ำกว่า 30 ซม. มีความแข็งแรงสามารถรับน้ำหนักปูนซีเมนต์ได้ การกองเก็บให้ห่างจากผนังโรงเก็บโดยรอบไม่ต่ำกว่า 80 ซม. และกองเป็นชั้น ๆ โดยต้องสามารถนำปูนซีเมนต์ที่กองเก็บไว้ก่อนมาใช้ได้ รายละเอียดอื่นๆ ให้เป็นไปตามที่ผู้ผลิตแนะนำ
 - 3.2 การกองมวลรวมหยาบ และมวลรวมละเอียดมวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียด จะต้องกองในลักษณะที่จะป้องกันมิให้ปะปนกันพื้นที่ใช้กองมวลรวมแต่ละชนิด ให้ปูไม้กระดานหรือเทคอนกรีตหยาบรองรับ
 - 3.3 การเก็บสารเคมีผสมเพิ่มในการเก็บสารเคมีผสมเพิ่ม ต้องระวังอย่าให้เกิดการเปื้อน การระเหย หรือเสื่อมคุณภาพถ้าเป็นสารเคมีชนิดเหลว จะต้องป้องกันมิให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมากนัก เพราะจะทำให้คุณสมบัติของสารเปลี่ยนแปลงได้

4. คุณสมบัติของคอนกรีต

- 4.1 องค์ประกอบ คอนกรีตต้องประกอบด้วยปูนซีเมนต์ ทราย มวลรวมหยาบ น้ำและสารผสมเพิ่มตามแต่จะกำหนด ผสมให้เข้ากันเป็นอย่างดีโดยมีความชื้นเหลวที่เหมาะสม
- 4.2 ความชื้นเหลว คอนกรีตที่จะใช้กับทุกส่วนของงานจะต้องผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน โดยมีความชื้นเหลวที่เหมาะสมที่จะสามารถทำให้แน่นได้ภายในแบบหล่อ และรอบเหล็กเสริมหลังจากอัดแน่น โดยการใช้เครื่องสั่นคอนกรีต โดยจะต้องไม่มีน้ำที่ผิวคอนกรีตมากเกินไป และจะต้องมีผิวหน้าเรียบปราศจากโพรง การแยกแยะ รูพรุน เมื่อแข็งตัวแล้ว จะต้องมีการกลึงตามที่ต้องการตลอดจนความทนทานต่อการแตกสลาย ความคงทน ความทนต่อการขัดสี ความสามารถในการกันน้ำ รูปลักษณะและคุณสมบัติอื่นๆ ตามที่กำหนด
- 4.3 กำลังอัดคอนกรีตสำหรับแต่ละส่วนของอาคารจะต้องมีกำลังอัดตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 1 กำลังอัดสูงสุดให้คิดที่อายุ 28 วัน เป็นหลักสำหรับปูนซีเมนต์ชนิดที่ 1 ธรรมดาแต่ถ้าใช้ปูนซีเมนต์ชนิดที่ 3 ซึ่งให้กำลังสูงเร็วให้คิดที่อายุ 7 วัน ทั้งนี้ให้ใช้แท่งกระบอกคอนกรีตขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. และสูง 30 ซม.

ตารางที่ 1 แสดงการแบ่งประเภทคอนกรีตและเกณฑ์กำหนดเกี่ยวกับกำลังอัด

ชนิดของการก่อสร้าง	ประเภท	ค่าต่ำสุดของกำลังอัดของแท่งกระบอกคอนกรีตหลังเทแล้ว 28 วัน - กก./ซม. ² .
- ฐานรากและเสา คาน	ก	280
- คาน ชอย ผนัง คอนกรีตเสริมเหล็ก ที่รับน้ำหนัก หนาตั้งแต่ 10 ซม. ขึ้นไป แผ่นพื้นและดาดฟ้า	ข	280
- ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กที่บางกว่า ซม. ที่ไม่ได้ใช้ รับน้ำหนักและคาน ค.ส.ล.	ค	180
คอนกรีตหยาบ 1 : 3 : 5	ง	-

- 4.4 การยุบ การยุบของคอนกรีตซึ่งมีน้ำหนักปกติซึ่งหาโดย “วิธีทดสอบค่าการยุบของคอนกรีตซึ่งใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ “ (ASTM C 143) จะต้องเป็นไปตามค่าที่ให้ไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่าการยุบสำหรับงานก่อสร้างชนิดต่าง ๆ

ชนิดของงานก่อสร้าง	ค่าการยุบ ซม.	
	สูงสุด	ต่ำสุด
ฐานราก	7	2
แผ่นพื้น คาน ผนัง ค.ส.ล.	10	4
เสา	10	5
คาน ค.ส.ล. และผนังบาง ๆ	12	5

4.5 ขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบ ขนาดระบุใหญ่สุดของมวลรวมหยาบจะต้องเป็นไปตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงค่าการยุบสำหรับงานก่อสร้างชนิดต่าง ๆ

ชนิดของงานก่อสร้าง	ขนาดใหญ่ที่สุด ซม.
ฐานราก เสา และคาน	4
ผนัง ค.ส.ล. หนาตั้งแต่ 15 ซม. ขึ้นไป	4
ผนัง ค.ส.ล. หนาตั้งแต่ 10 ซม. ลงมา	2
แผ่นพื้น ครีป ค.ส.ล. และผนังกันห้อง ค.ส.ล.	2

5. ส่วนหุ้มคอนกรีต

ในกรณีที่มีได้แสดงไว้ในแบบรายละเอียด ให้ใช้ส่วนหุ้มคอนกรีตจากผิวไม้แบบถึงผิวนอกเหล็กเสริม ดังนี้

- 5.1 ท้องพื้น 1.5 ซม.
- 5.2 เสา คาน ผนัง 2.5 ซม.
- 5.3 ฐานราก เสาตอม่อ 5.0 ซม.

6. การผสมคอนกรีต

- 6.1 การผสมคอนกรีตในที่ก่อสร้าง ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีไม่ผสมคอนกรีตที่ใช้กำลังเครื่องยนต์และอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ การผสมคอนกรีตแต่ละไม้ในแต่ละครั้ง ให้ใช้จำนวนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์เต็มถุง ตามมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต คราวละ 1 ถุง เป็นเกณฑ์แล้วจึงเติมมวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียดให้ได้ปริมาณตามอัตราส่วนที่กำหนด และสามารถปล่อยคอนกรีตออกได้โดยไม่เกิดการแยกแยะในการตรวจวัด เพื่อใส่เครื่องผสมคอนกรีต ต้องทำกระบะสำหรับตรวจ เพื่อให้ได้อัตราส่วนผสมที่ถูกต้อง หรือ ใช้คอนกรีตผสมเสร็จ
- 6.2 ห้ามนำคอนกรีตที่ก่อตัวแล้วมาผสมต่อเป็นอันขาด และคอนกรีตที่ผสมทิ้งไว้เกิน 45 นาที ห้ามนำมาใช้
- 6.3 การเติมน้ำจะกระทำได้ที่ไม่ผสมคอนกรีตโดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานเท่านั้น ไม่ว่ากรณีใด ๆ จะเติมน้ำในระหว่างการขนส่งไม่ได้

7. การเทคอนกรีต

- 7.1 ผู้รับจ้างจะเทคอนกรีตส่วนหนึ่งของโครงสร้างมิได้ จนกว่าจะได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานเสียก่อน โดยต้องขออนุมัติล่วงหน้าอย่างน้อย 24 ชั่วโมง พร้อมทั้งแสดงปริมาณคอนกรีตที่ต้องการเท บริเวณที่ต้องการเท และรอยต่อการหยุดเทคอนกรีตต่อผู้ควบคุมงาน เมื่อได้รับอนุมัติแล้ว ผู้รับจ้างยังไม่เริ่มเทคอนกรีตภายใน 24 ชั่วโมง จะต้องขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานใหม่
- 7.2 ผู้รับจ้างต้องเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ แรงงานที่จำเป็นและเพียงพอสำหรับเทคอนกรีต ผู้ควบคุมงานมีสิทธิยับยั้งการเทคอนกรีตได้ หากเห็นว่าผู้รับจ้างยังไม่พร้อมที่จะทำการเทคอนกรีตนั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ และห้ามเทคอนกรีตโดยไม่มีเครื่องสั่นคอนกรีตโดยเด็ดขาด
- 7.3 การเทคอนกรีตโดยพลการ หรือมิได้แจ้งผู้ควบคุมงานทราบล่วงหน้า จะถือว่าเป็นคอนกรีตเสีย จะต้องทุบทิ้งหล่อใหม่ โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น
- 7.4 จะต้องเทคอนกรีตให้ใกล้ตำแหน่งสุดท้ายมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อหลีกเลี่ยงการแยกตัวของคอนกรีต ห้ามเทคอนกรีตจากที่สูงเกินกว่า 2.50 เมตร นอกจากจะได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

8. รอยต่อของการเทคอนกรีต

8.1 ตำแหน่งที่อนุญาตให้มีรอยต่อในขณะก่อสร้างอาคาร มีดังนี้

- สำหรับเสาให้เทถึงระดับ 2.5 ซม. ต่ำจากท้องคานหัวเสา รอยต่อต้องเป็นแนวระดับ
- สำหรับคานให้เทถึงกึ่งกลางคานเป็นแนวดิ่ง
- สำหรับพื้นให้เทถึงกึ่งกลางคานเป็นแนวดิ่ง
- สำหรับพื้นและคานยื่นต้องเทพร้อมกันไปในครั้งเดียว
- ผนัง ค.ส.ล. แนวตั้งหยุดได้เมื่อชนเสา แนวนอนหยุดได้ทุกระดับ แต่รอยต่อต้องเป็นแนวระดับตลอดแนว
- ฐานรากหลุมหนึ่ง ๆ ต้องเทให้เสร็จในคราวเดียวกัน

8.2 การเทคอนกรีตต่อ

เศษปูนและเศษวัสดุที่ผิวรอยต่อ ให้เก็บกวาดให้หมดในขณะเทคอนกรีตขนาด ๆ อยู่ก่อนแข็งตัว และเมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้ว เหล็กเสริมที่เป็นอนุพูนทรายต้องขัดถูด้วยแปรง หรือวิธีการอื่นใดที่เหมาะสม และล้างให้สะอาด ก่อนเทคอนกรีตใหม่ให้ใช้น้ำปูนทราย อัตรา 1 : 1 ชโลมให้ทั่วรอยต่อ

9. วัสดุฝังในเนื้อคอนกรีต

วัสดุที่ฝังในเนื้อคอนกรีต เช่น ท่อสายไฟฟ้า ท่อประปา หรืออื่น ๆ ตลอดจนอุปกรณ์ต่าง ๆ จะต้องฝังในตำแหน่งที่เหมาะสม และมีขนาดที่จะไม่ทำให้เกิดผลเสียหายทางโครงสร้าง โดยจะต้องฝังแน่น และไม่ใกล้จากผิวคอนกรีต ซึ่งจะทำให้เกิดสนิมหรือผุกร่อน อนึ่งผู้ควบคุมงานอาจยอมให้ฝังท่อซึ่งทำด้วยวัสดุใด ๆ ก็ได้ที่ไม่เป็นอันตรายต่อคอนกรีต โดยต้องไม่ถือว่าท่อเหล่านั้นทำหน้าที่ทดแทนคอนกรีตส่วนที่หายไป

10. การบ่มคอนกรีต

หลังจากเทคอนกรีตแล้ว และคอนกรีตอยู่ในระยะกำลังแข็งตัว ผู้รับจ้างจะต้องป้องกันคอนกรีตนั้นให้พ้นจากอันตรายที่อาจเกิด แสงแดด ฝน การบรรทุกน้ำหนัก การเสียดสี และจะต้องรักษาให้ชื้นต่อเนื่องกันเป็นเวลาอย่างน้อย 7 วัน โดยวิธีคลุมด้วยกระสอบ หรือผ้าใบเปียก หรือขังน้ำหรือ โดยวิธีอื่นที่เหมาะสมตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบสำหรับผิวคอนกรีตในแนวตั้งให้หุ้มด้วยกระสอบหรือผ้าใบให้เลื่อมซ้อนกันและรักษาให้ชื้นโดยให้สิ่งที่คลุมนี้แนบติดกับคอนกรีต

11. การทดสอบคอนกรีต

การเก็บตัวอย่างให้ทำในสถานที่ก่อสร้างต่อหน้าผู้ควบคุมงาน การบ่มตัวอย่างให้ทำในสถานที่ก่อสร้างโดยปกติจะทำการทดสอบหากำลังอัดจากตัวอย่างคอนกรีตรูปทรงกระบอกที่ได้อายุแล้วเพื่อหาค่าเฉลี่ยกำลังอัดประลัยของคอนกรีต โดยแบ่งตัวอย่างทรงกระบอกที่เก็บจากการเทคอนกรีตครั้งหนึ่ง ๆ ออกเป็น 2 ชุด ชุดละ 3 ตัวอย่าง ชุดที่ 1 ทดสอบเมื่อคอนกรีตมีอายุ 7 วัน ชุดที่ 2 เมื่ออายุครบ 28 วัน แล้วแต่ความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน หากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าคอนกรีตมีความแข็งแรงไม่พอจะต้องทุบคอนกรีตนั้นทิ้งแล้วหล่อใหม่ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น การทดสอบให้ทดสอบมาตรฐาน ASTM C-39

12. การซ่อมผิวที่ชำรุด

12.1 ห้ามปะซ่อมผิวคอนกรีตที่ชำรุดทั้งหมดก่อนที่ผู้ควบคุมงานจะได้ตรวจสอบ หากผู้รับจ้างทำการปะซ่อมก่อน ผู้ควบคุมงานมีสิทธิสั่งการให้ผู้รับจ้างสกัด รื้อถอนส่วนนั้นออกแล้วจัดทำใหม่แทนโดยเป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง

12.2 ในกรณีโพรงใหญ่ หรือลึกมาก และผู้ควบคุมงานมีความเห็นอาจเกิดอันตรายต่อผู้ใช้อาคารได้ก็อาจสั่งให้ทุบทิ้งแล้วสร้างขึ้นใหม่ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น

13. การผสมน้ำยากันซึม
คอนกรีตที่ใช้ในพื้นที่ต่อไปนี้ให้ผสมน้ำยากันซึมตามอัตราการใช้ที่ผู้ผลิตแนะนำ และจะต้องมีคุณสมบัติ ตาม ASTM. C – 494 TYPE หรือ BS 1881 Part 5 เช่น ผลิตภัณฑ์ Febproof RMC. หรือ Setcrete RMW. หรือ Conproof หรือเทียบเท่า
- คอนกรีตพื้นชั้นล่างทั้งหมด
 - คอนกรีตที่ใช้ในส่วนที่ต้องป้องกันน้ำ เช่น ห้องน้ำ – ส้วม ดาดฟ้า หลังคา ถังเก็บน้ำ ฯลฯ
 - ส่วนอื่น ๆ ที่ระบุในแบบก่อสร้าง

งานแบบหล่อคอนกรีต CONCRETE FORMING

1. ข้อกำหนดทั่วไป
ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินงานเกี่ยวกับงานแบบหล่อคอนกรีต ให้ได้ตามรายละเอียดความต้องการที่ระบุในรายการก่อสร้างนี้ สำหรับมาตรฐานหรือวิธีการทำงานใด ๆ ที่มีได้ระบุในรายการก่อสร้างนี้ ให้ถือตามมาตรฐาน 1001 – 16 ฉบับแก้ไขครั้งล่าสุดของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
2. วัสดุ
แบบหล่อจะประกอบด้วยไม้ เหล็ก หรือวัสดุอื่นใดก็ได้ที่ได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบเกี่ยวกับความแข็งแรงของแบบหล่อคอนกรีตในการก่อสร้าง โดยผู้รับจ้างจะต้องคำนวณออกแบบ แบบหล่อคอนกรีต โดยต้องคำนึงถึงวิธีการเทคอนกรีตน้ำ – หนักบรรทุกทั้งหมด ระยะโค้ง ระยะยกตัว และน้ำหนักที่ถ่ายลงดินหรือบนโครงสร้างที่เทคอนกรีตเสร็จแล้ว
3. การหลุดตัว
แบบหล่อจะต้องสร้างให้สามารถปรับระดับทางแนวดิ่งได้ เพื่อเป็นการชดเชยการหลุดตัวที่อาจเกิดขึ้น เพื่อให้เกิดการหลุดตัวน้อยที่สุด เมื่อรับน้ำหนักเต็มที่ อาจใช้ลิ้มสอดที่ยอดหรือขาของค้ำยันอย่างใดอย่างหนึ่ง แต่จะใช้ทั้งสองปลายไม่ได้ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถปรับแก้ไขการหลุดตัวที่ไม่สม่ำเสมอทางแนวดิ่งได้ หรือเพื่อสะดวกในการถอดแบบ
4. การก่อสร้าง
 - 4.1 แบบหล่อคอนกรีตจะต้องใช้ช่างไม้ที่มีประสบการณ์เพียงพอ เพื่อเป็นหลักประกันว่าจะได้งานไม้แบบที่มีคุณภาพดี ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดดังนี้
 - แบบหล่อจะต้องได้รูปร่าง แนวและขนาด ตรงตามลักษณะขององค์อาคารที่ปรากฏในแบบ และแบบหล่อต้องติดตั้งให้สนิทแน่น เพื่อป้องกันการรั่วไหลของน้ำปูน และต้องมีการยึดอย่างแน่นหนา เพื่อให้แบบหล่อนั้น คงทั้งรูปร่างและตำแหน่ง
 - แบบหล่อจะต้องได้รับการตรวจจากผู้ควบคุมงานก่อนจึงจะเรียงเหล็กเสริมได้
 - แบบหล่อจะต้องสะอาดปราศจากฝุ่น เศษปูน และสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ ในกรณีที่ไม่สามารถเข้าถึงกันแบบภายในได้ จะต้องจัดช่องไว้สำหรับให้สามารถจัดสิ่งที่ไม่ต้องการต่าง ๆ ออกก่อนเทคอนกรีต
 - ห้ามนำแบบหล่อซึ่งชำรุดจากการใช้งานครั้งหลังสุด จนถึงขั้นที่อาจทำลายผิวหน้าหรือคุณภาพคอนกรีตได้ มาใช้อีก
 - ให้หลีกเลี่ยงการบรรทุกน้ำหนักบนคอนกรีต ซึ่งเทได้เพียงหนึ่งสัปดาห์ ห้ามโยนของหนัก ๆ เช่น มวลรวม ไม้ กระดาน เหล็กเสริม หรืออื่น ๆ ลงบนคอนกรีตใหม่ ๆ หรือแม้กระทั่งการกองวัสดุ

- ห้ามโยน หรือกองวัสดุก่อสร้างบนแบบหล่อในลักษณะที่จะทำให้แบบหล่อนั้นชำรุดหรือเป็นการเพิ่มน้ำหนักมากเกินไป

4.2 การถอดแบบ

การถอดแบบหล่อและที่รองรับ ให้กระทำโดยถือความปลอดภัยของโครงสร้างเป็นสำคัญหลังจากเทคอนกรีตแล้ว จะต้องคงที่รองรับไว้กับที่เป็นเวลาไม่น้อยกว่าที่กำหนดข้างล่างนี้ในกรณีที่ใช้ปูนซีเมนต์ชนิดให้กำลังสูงเร็ว อาจลดระยะเวลาดังกล่าวลงได้ตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานผู้รับจ้างจะถอดแบบหล่อคอนกรีตส่วนที่เป็นคานและพื้น เมื่อผลการทดสอบ แท่งทรงกระบอกของคอนกรีต ตัวอย่างของโครงสร้างส่วนนั้น เท่ากับ 75% ของกำลังอัดที่กำหนดไว้ ถ้าไม่มีการทดสอบตัวอย่างคอนกรีตดังกล่าวให้ถือปฏิบัติดังนี้

- แบบหล่อท้องคาน	21	วัน
- แบบหล่อใต้แผ่นพื้น	21	วัน
- ผนัง	48	ชม.
- เสา	48	ชม.
- ข้างคานและส่วนอื่น ๆ	48	ชม.

อย่างไรก็ดีผู้ควบคุมงานอาจสั่งให้ยืดเวลาการถอดแบบออกไปอีกได้หากเห็นเป็นการสมควรถ้าปรากฏว่ามีส่วนหนึ่งส่วนใดของงานเกิดชำรุด เนื่องจากถอดตามกำหนดผู้รับจ้างจะต้องซ่อมแซมส่วนที่เสียหายดังกล่าว โดยเป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเอง

5. คอนกรีตหยาบรองรับบริเวณที่ไม่มีแบบหล่อ

โครงสร้างทุกส่วนที่ไม่มีแบบหล่อรองรับ จะต้องมียางคอนกรีตหยาบรองรับหนาไม่น้อยกว่า 5 ซม.คอนกรีตหยาบดังกล่าวจะต้องเทบนพื้นที่แห้งได้ระดับและได้รับการบดอัดอย่างดีแล้ว

6. ความผิดพลาดที่ยอมให้ของแบบหล่อ

สำหรับโครงสร้างทั่วไป ตำแหน่งจะผิดพลาดได้ไม่เกิน 1 ซม. ส่วนขนาดผิดพลาดได้ไม่เกิน -0.5 ซม. ถึง + 1.0 ซม. ขนาดของฐานรากจะผิดพลาดได้ไม่เกิน -2.0 ซม. ถึง + 5.0 ซม.และตำแหน่งจะผิดพลาดได้ไม่เกิน 5.0 ซม. สำหรับพื้น ค.ส.ล. ระดับของพื้นจะผิดพลาดได้ไม่เกิน + 0.5 ซม. ส่วนลูกตั้งจะผิดพลาดได้ไม่เกิน + 0.25 ซม.

งานเหล็กเสริมคอนกรีต REINFORCING STEEL

1. ข้อกำหนดทั่วไป

ข้อกำหนดในส่วนนี้รวมถึงงานทั่วไปเกี่ยวกับการจัดหา การตัด การดัด และการเรียงเหล็กเสริมตามชนิดและชั้นที่ระบุไว้ในแบบและในบทกำหนดนี้ งานที่ทำการจะต้องตรงตามแบบและบทกำหนดและตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงานอย่างเคร่งครัด รายละเอียดเกี่ยวกับเหล็กเสริมคอนกรีต ซึ่งมีได้ระบุในแบบและบทกำหนดนี้ให้ถือปฏิบัติตาม “ มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก” ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ที่ 1001 – 16 ทุกประการ

2. วัสดุ

2.1 เหล็กเสริมคอนกรีต หมายถึง เหล็กเส้นกลมเกลี้ยงธรรมดา หรือเหล็กกลมชนิดมีข้อหรือเหล็กข้ออ้อย ซึ่งเหล็กเส้นกลมเสริมคอนกรีตนี้ต้องเป็นเหล็กเส้นที่มีขนาดโตเสมอต้นเสมอปลาย มีพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่าที่คิดจากเส้นผ่านศูนย์กลาง

- กลางของเหล็กซึ่งกำหนดไว้ในแบบเป็นเหล็กใหม่ผิวสะอาด ปราศจากสนิมขุม หรือน้ำมัน ไม่มีรอยแตกร้าว และมีคุณภาพเทียบเท่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ของกระทรวงอุตสาหกรรมทั้งน้ำหนักและคุณสมบัติอื่น ๆ
- 2.2 ปริมาณและขนาดทั้งหมดของเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต ให้ถือปฏิบัติตามที่กำหนดไว้ใน แบบโครงสร้างผู้รับจ้างจะต้องเตรียมเหล็กเสริมตามตำแหน่ง ปริมาณ ขนาด และคุณภาพให้ถูกต้องตามแบบและรายการก่อสร้างโดยเคร่งครัดเหล็กเสริมคอนกรีตยอมให้มีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อย สำหรับขนาด น้ำหนัก และความยาว แต่ไม่ยอมให้มีความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับขนาดของพื้นที่หน้าตัดของเหล็กเส้น
3. คุณสมบัติของเหล็กเสริมคอนกรีต
- 3.1 เหล็กกลม (SR – 24)
- หน่วยแรงดึงถึงจุดคราก Yield Stress มีค่าไม่น้อยกว่า 235 เมกาปาสกาล(ประมาณ 24 กก./มม.²) หน่วยแรงดึงถึงจุดสูงสุด Maximum Tensile Stress มีค่าไม่น้อยกว่า 385 เมกาปาสกาล (ประมาณ 39 กก./มม.²) มีค่าความยืดไม่น้อยกว่าร้อยละ 21 คุณสมบัติอื่น ๆ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 20-2527
- 3.2 เหล็กข้ออ้อย (SD – 40)
- หน่วยแรงดึงถึงจุดคราก Yield Stress มีค่าไม่น้อยกว่า 390 เมกาปาสกาล(ประมาณ 40 กก./มม.²) หน่วยแรงดึงถึงจุดสูงสุด MAXIMUM TENSILE STRESSมีค่าไม่น้อยกว่า 560 เมกาปาสกาล (ประมาณ 57 กก./มม.²) มีค่าความยืดไม่น้อยกว่าร้อยละ 15 คุณสมบัติอื่น ๆ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 24 – 2527
4. การทดสอบ
- ผู้ควบคุมงานมีสิทธิสั่งให้ผู้รับจ้างนำตัวอย่างเหล็กจากเหล็กกองใด ๆ ที่นำมาใช้ไปทำการทดสอบคุณสมบัติดังกล่าวข้างต้น ณ สถาบันของราชการที่เชื่อถือได้ และต้องเสนอผลการทดสอบเหล็กตัวอย่างต่อผู้ควบคุมงานเป็นจำนวน 4 ชุด ทุกครั้งที่มีการเก็บตัวอย่าง โดยผู้รับจ้างจะต้องออกค่าใช้จ่ายในการทดสอบเองทั้งสิ้นเหล็กเสริมที่มีผลการทดสอบห้ามนำมาใช้ ยกเว้นเหล็กที่ผลิตโดยโรงงานซึ่งกระทรวงอุตสาหกรรม รับรองว่ามีคุณภาพตรงตามมาตรฐาน มอก. เหล็กเสริมที่มีคุณภาพต่ำกว่าข้อกำหนดต้องนำออกให้พ้นบริเวณที่ก่อสร้างโดยทันที และห้ามนำเหล็กที่ชำรุดมาใช้ในงานก่อสร้างโครงการนี้ โดยเด็ดขาด
5. การเก็บรักษาเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต
- 5.1 จะต้องเก็บเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตไว้เหนือพื้นดินอย่างน้อย 30 ซม. และต้องมีหลังคาป้องกันน้ำค้าง น้ำฝน และเก็บรักษาให้พ้นสิ่งสกปรกจากดิน สี น้ำมัน ฯลฯ
- 5.2 เหล็กเส้นเสริมคอนกรีตที่ส่งเข้าหน่วยงานก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องจัดกองเก็บแยกกองก่อนหลังที่นำเข้ามาตามลำดับ ทั้งนี้ เพื่อสามารถนำเหล็กเส้นที่นำเข้ามาก่อนซึ่งได้รับการตรวจสอบอนุมัติจากผู้ควบคุมงานแล้วนำไปใช้ก่อน โดยไม่ปะปนกับเหล็กเส้นซึ่งนำเข้ามาใหม่ ซึ่งยังไม่ได้รับการตรวจสอบอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน
6. วิธีการก่อสร้าง
- 6.1 การตัดและประกอบเหล็กเสริม จะต้องมีความตรงตามที่กำหนดในแบบ และในการตัดและดัด จะต้องไม่ทำเหล็กเสริมชำรุดเสียหาย
- 6.2 การงอเหล็กเสริม จะต้องใช้วิธีดัดงอเย็น นอกจากผู้ควบคุมงานจะอนุญาตให้เป็นอย่างอื่นได้ สำหรับงอขอ หากในแบบไม่ได้ระบุถึงวิธีของการงอเหล็ก ให้ปฏิบัติตามเกณฑ์กำหนดต่อไปนี้
- ส่วนที่งอเป็นครึ่งวงกลม โดยมีส่วนที่ยื่นต่อออกไปอย่างน้อย 4 เท่า ของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กนั้น แต่ระยะยื่นนี้ต้องไม่น้อยกว่า 6 ซม.

- ส่วนที่เป็นมุมฉาก โดยมีส่วนที่ยื่นต่อออกไปถึงปลายสุดของเหล็กอีกอย่างน้อย 12 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเหล็กนั้น
- เฉพาะเหล็กลูกตั้ง และเหล็กปลอก ให้อง 90 องศา หรือ 135 องศา โดยมีส่วนที่ยื่นถึงปลายข้ออีกอย่างน้อย 6 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็ก แต่ต้องไม่น้อยกว่า 6 ซม.

7. การเรียงเหล็กเสริม

- 7.1 ก่อนเรียงเหล็กเสริมเข้าที่จะต้องทำความสะอาดเหล็กมิให้เป็นสนิมขุม และวัสดุเคลือบต่าง ๆ ที่จะทำให้การยึดเหนี่ยวเสียไป
- 7.2 จะต้องเรียงเหล็กเสริมอย่างประณีต ให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องพอดี และผูกยึดให้แน่นหนา ระหว่างเทคอนกรีต หากจำเป็นก็อาจให้เหล็กเสริมพิเศษช่วยในการยึดติดตั้งได้ซึ่งในแต่ละจุดของโครงสร้าง ผู้รับจ้างต้องจัดยึดให้เหมาะสม
- 7.3 ที่จุดตัดของเหล็กเส้นทุกแห่ง จะต้องผูกให้แน่นด้วยลวดผูกเหล็ก เบอร์ 18 SWG (Annealed Iron Wire) โดยผูกแบบพันสาแหรกและพับปลายลวดเข้าในส่วนที่เป็นเนื้อคอนกรีตภายใน
- 7.4 ให้รักษาระยะห่างระหว่างแบบกับเหล็กเสริมให้ถูกต้อง โดยใช้เหล็กแขวนก่อนมอร์ต้า เหล็กเสริมยึด หรือวิธีใดซึ่งผู้ควบคุมงานให้ความเห็นชอบแล้ว ก่อนมอร์ต้าให้ใช้ส่วนผสมซีเมนต์ 1 ส่วน ต่อทรายที่ใช้ผสมคอนกรีต 1 ส่วน
- 7.5 ในกรณีที่มีเหล็กเสริมแล้วจะต้องให้ผู้ควบคุมงานตรวจก่อนเทคอนกรีตทุกครั้งหากผูกทิ้งไว้นานเกินควรจะต้องทำความสะอาด และให้ผู้ควบคุมงานตรวจอีกครั้งก่อนเทคอนกรีต
- 7.6 หลังจากผูกเหล็กเสริมแล้วจะต้องให้ผู้ควบคุมงานตรวจก่อนเทคอนกรีตทุกครั้ง หากผูกทิ้งไว้นานเกินควรจะต้องทำความสะอาด และให้ผู้ควบคุมงานตรวจอีกครั้งก่อนเทคอนกรีต
- 7.7 เหล็กพื้นเมื่อผูกเสร็จแล้ว ให้ทำทางเดินเหนือเหล็กโดยมีที่รองรับวางตรงช่องว่างระหว่างเหล็ก ห้ามเหยียบย่ำบนเหล็กเสริมเป็นอันขาด

8. การต่อเหล็กเสริม

8.1 การต่อแบบทาบ

การต่อเหล็กเสริมด้วยวิธีทาบ ให้ทาบเหล็กเสริมซ้อนกันโดยระยะทาบไม่น้อยกว่า 48 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเส้นกลมธรรมดา และ 36 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางสำหรับเหล็กเส้นข้ออ้อย แต่ต้องไม่น้อยกว่า 30 ซม. แล้วให้มัดด้วยลวดผูกเหล็ก เบอร์ 18 SWG. เป็นระยะ ๆ ทุก 10 ซม. การต่อเหล็กเสริมด้วยวิธีทาบในกรณีที่ต่อเหล็กต่างขนาดกัน ให้ใช้ความยาวที่ทาบซ้อนกันตามขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อนเหล็กใหญ่กว่าเป็นหลัก

8.2 การต่อแบบเชื่อม

การต่อเหล็กเสริมด้วยวิธีเชื่อม ให้ใช้สำหรับเหล็กเสริมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม. ขึ้นไปและเชื่อมด้วยวิธีเหลาปลายเหล็กแบบเหลาดินสอ ขนปลายและต่อเชื่อมด้วยไฟฟ้า (Electric Arc Welding) โดยจะต้องให้กำลังของรอยเชื่อมไม่น้อยกว่าร้อยละ 125 ของกำลังของเหล็กเสริมนั้น

9. รอยต่อเหล็กเสริม

ในกรณีที่มีความจำเป็นจะต้องต่อเหล็กเสริม ให้ทำตามตำแหน่งต่อไปนี้

- 9.1 พื้น ผัง ค.ส.ล. ให้ต่อที่บริเวณคานใต้เหล็กเสริมพิเศษ
- 9.2 กันสาดยื่น คานยื่น ฐานราก ห้ามต่อ
- 9.3 คานทั่วไป เหล็กบนต่อที่ประมาณกลางคาน เหล็กล่างต่อที่หน้าเสาถึงระยะ L/5 จากศูนย์กลางเสา
- 9.4 เสา ต่อบริเวณเหนือระดับพื้น 1.00 เมตร จนถึงระดับกึ่งกลางของความสูง

หมายเหตุ

1. รอยต่อทุกแห่งจะต้องได้รับการตรวจสอบและอนุมัติโดยผู้ควบคุมงานก่อนเทคอนกรีต
2. ณ หน้าตัดใด ๆ ของคาน จะมีรอยต่อของเหล็กเสริมเกิน 25% ของจำนวนเหล็กเสริมทั้งหมดไม่ได้

มาตรฐานงานคอนกรีตอัดแรง

- 1 มาตรฐานงานคอนกรีตอัดแรงทั่วไป
มาตรฐานนี้ครอบคลุมสำหรับโครงสร้างของสิ่งก่อสร้าง ทุกประเภทที่เป็นคอนกรีตอัดแรง

1.1 คอนกรีต

- 1.1.1 ให้ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดแข็งตัวเร็ว ที่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 15 เล่ม 1-2514 (ตราเอราวัณ หรือตราพญานาค สีแดง หรือตราสามเพชร)
- 1.1.2 ในกรณีที่จะใช้คอนกรีตผสมเสร็จ (Ready Mixed Concrete) ค่าแรงอัดประลัยของแท่งทรงกระบอกคอนกรีตมาตรฐานจะต้องมีค่าไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้ในข้อ 4.1.1.3
- 1.1.3 ค่าแรงอัดประลัย (Ultimate Compressive Strength) ของแท่ง ทรงกระบอกคอนกรีตมาตรฐานขนาด Ø 15x30 ซม. เมื่ออายุครบ 7 วัน ต้องมีค่าไม่น้อยกว่าที่กำหนดในรายการประกอบแบบวิศวกรรมโครงสร้าง ในกรณีที่ต้องการทำการทดสอบแท่งคอนกรีตมาตรฐานซึ่งมีอายุต่ำกว่า 7 วัน อาจทำได้เมื่อแท่งคอนกรีตมาตรฐานมีอายุครบ 3 วัน ทั้งนี้ ค่าแรงอัดประลัยที่ทดสอบได้ ต้องมีค่าเทียบได้ไม่ต่ำกว่าค่าจากรายการมาตรฐานการทดสอบ แท่งคอนกรีตมาตรฐาน
- 1.1.4 ปูนซีเมนต์ หิน และน้ำ ที่นำมาใช้ผสมคอนกรีตนั้น จะต้องมีคุณภาพเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในรายการมาตรฐานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก

1.2 ลวดเหล็ก (Prestressed Wire)

- 1.2.1 ลวดเหล็กที่ใช้จะต้องเป็นลวดเหล็กชนิดที่มีแรงดึงสูง มีผิวสะอาด ไม่มีสนิมกร่อน ไม่เปื้อนน้ำมัน ไม่มีรอยแตกร้าว และต้องมีคุณสมบัติทางกลต้องตาม มอก. 95-2525 ดังมีรายละเอียดตามตารางดังนี้

คุณสมบัติทางกลของลวดเหล็ก

ขนาดระบุ	เส้นผ่าศก. (ม.ม.)	ความต้านแรงดึง เมกาปาสกาล กก. แรง/ม.ม. ²		ความเค้นพิสูจน์ที่ร้อยละ 0.2 เมกาปาสกาล กก. แรง/ม.ม. ²		การทดสอบดัดกลับ		ความล้าคิด เป็น ไม่มากกว่า
		ไม่น้อยกว่า	ไม่น้อยกว่า	ไม่น้อยกว่า	ไม่น้อยกว่า	จำนวนครั้ง ไม่น้อยกว่า	รัศมีดัด ไม่น้อยกว่า	
PC. 4	4	1750 (175)	2000 (200)	1300 (130)	1500 (150)	3	12.5	3
PC. 4a		1750 (175)	2000 (200)	1500 (150)	1700 (170)			
PC. 5	5	1750 (175)	2000 (200)	1800 (180)	1500 (150)	3	15.0	3
PC. 5a		1750 (175)	2000 (200)	1500 (150)	1700 (170)			
PC. 7	7	1600 (160)	1850 (185)	1200 (120)	1400 (140)	3	20.0	3
PC. 7a		1600 (150)	1850 (185)	1350 (135)	1600 (160)			
PC. 9a	9	1400 (140)	1700 (170)	1250 (125)	1500 (150)	3	25.0	2

หมายเหตุ

ค่าความล้าที่กำหนดในตารางนี้ ใช้สำหรับการทดสอบนาน 10 ชั่วโมง เท่านั้น ส่วนค่าที่ใช้ในการออกแบบให้เป็นไป

ตามมาตรฐานของการออกแบบสากล

- 1.2.2 ลวดเหล็กที่จะใช้จะต้องมีรายงานการทดลองคุณสมบัติจากโรงงานผลิตส่งมายังผู้ว่าจ้างด้วยลวดเหล็กที่ส่งมาต้องเป็นม้วนและเมื่อแก้ม้วนออกต้องเหยียดตรงไม่ คดงอ ขนาดของขด ต้องเป็นไปตามตารางที่ 2 และ ตาม มอก. 95-2525
- 1.2.3 เหล็กเสริมอื่น ๆ ที่มีใช้ลวดเหล็กชนิดแรงดึงสูงที่นำมาใช้ร่วมในงานคอนกรีตอัดแรงนี้ จะต้องมีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานงานเหล็กเสริมคอนกรีต
- 1.2.4 ความคลาดเคลื่อนของเส้นผ่าศูนย์กลางของลวดเหล็กที่ยอมให้ ต้องไม่มากกว่า 0.05 มม.
- 1.3 การเก็บตัวอย่างเพื่อทดสอบ
การเก็บตัวอย่างเพื่อการทดสอบและเกณฑ์การตัดสินให้ใช้ตามมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมลวดเหล็ก สำหรับงานคอนกรีตอัดแรง มอก. 95-2525 ทุกประการ
- 1.4 การดึงลวดเหล็ก
 - 1.4.1 ลวดเหล็กจะทำการดึงหรือตัดได้ ก็ต่อเมื่อค่าแรงอัดของแท่งคอนกรีต มาตรฐาน (ทรงกระบอก) ของคอนกรีตโครงสร้างส่วนนั้นมีค่าไม่น้อย กว่า 240 กก./ตร.ซม. หรือต้องไม่น้อยกว่า 75% ของกำลังประลัยเมื่ออายุครบ 28 วัน
 - 1.4.2 การดึงลวดเหล็กในกรณีที่เป็นแบบดึงเหล็กภายหลัง (Post-Tension) ให้ดึงทั้งสองปลาย เมื่อระยะห่างของหัวดึงเกินกว่า 30 ม. สำหรับแบบดึงเหล็กก่อน (Pre-Tension) ให้ดึงเหล็กปลายเดียวได้
 - 1.4.3 ส่วนยึดของลวดเหล็กที่ดีจะต้องได้ความยาวตามที่ระบุไว้ในแบบรายละเอียดในระหว่างการดึงลวดเหล็กนั้น ให้ตรวจสอบความยาวของลวดเหล็กที่ยึดออกมากับเครื่องวัดแรงอัด (Pressure Gauge) ของเครื่องมือที่ใช้สำหรับดึงเหล็ก นั้นด้วยทุกครั้ง
 - 1.4.4 ให้ดึงลวดเหล็กเพิ่มเติมอีกประมาณ 2 ม.ม. เป็นการเผื่อสำหรับลวดร่นกลับ
- 1.5 การอัดฉีดน้ำซีเมนต์
 - 1.5.1 น้ำซีเมนต์ที่ใช้ในการอัดฉีดเข้าไปในโครงสร้างคอนกรีตอัดแรงนั้นส่วนผสมของน้ำและปูนซีเมนต์ (W/C RATIO) จะต้องเหมือนกับส่วนผสมของคอนกรีตอัดแรงในส่วนนั้นๆหรือตามที่วิศวกรผู้ออกแบบกำหนด และหรือจะพิจารณาใช้วัสดุอื่นตามความเหมาะสมแล้วแต่กรณี
 - 1.5.2 การฉีดน้ำซีเมนต์ หรือใช้วัสดุอุดเสริมโครงสร้างจะต้องกระทำด้วยเครื่องอัดอย่างระมัดระวังและจะถือว่าแล้วเสร็จสมบูรณ์ได้ก็ต่อเมื่อได้พิจารณาโดยละเอียดถี่ถ้วนแล้วว่าน้ำซีเมนต์หรือวัสดุอุดเสริมโครงสร้างดังกล่าวเต็มช่องว่างของโครงสร้างแล้วเท่านั้น

2 พื้นคอนกรีตอัดแรงภายหลัง

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมงานก่อสร้างพื้นคอนกรีตอัดแรงภายหลัง โดยที่มีการเสริมเหล็กเสริมแรงดึงสูง และ/หรือเหล็กเสริมธรรมดา และมีการดึงเหล็กเสริมแรงดึงสูงภายหลังเพื่ออัดแรงคอนกรีต

2.1 วัสดุอุปกรณ์

2.1.1 คอนกรีต

วัสดุ

วัสดุที่ใช้ในการผสมคอนกรีตให้เป็นไปตามมาตรฐานงานคอนกรีตอัดแรงทั่วไป นอกจากนี้จะต้องได้ตามข้อกำหนดต่อไปนี้

- น้ำยาผสมคอนกรีต (Admixture) น้ำยาผสมคอนกรีตที่จะใช้ต้องมีคุณสมบัติตามข้อกำหนดของมาตรฐาน ASTM C 260-73 และ ASTM C 494-71 และต้องไม่มี Chlorides, Nitrates, Sulphates หรือสารอื่นที่มีผลเสียต่อเหล็กเสริมแรงดึงสูง นอกจากนี้จะต้องไม่มีผลเสียต่อคุณสมบัติระยะยาวของคอนกรีตทั้งด้านกำลังการหดตัว (SHRINKAGE) และการคืบ (CREEP)
- ให้ส่งเอกสารแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีใช้น้ำยาผสม ตลอดจนคุณสมบัติต่าง ๆ พร้อมทั้งระบุผลการใช้งานที่เคยใช้และได้ผลดีมาแล้ว ให้วิศวกรของผู้ว่าจ้างพิจารณา ก่อน เมื่อได้รับการอนุมัติแล้วจึงนำมาใช้กับงานได้

ส่วนผสม

ผู้รับจ้างต้องแสดง MIX DESIGN พร้อมผลการทดลองยืนยันว่า ได้กำลังตามที่ระบุในรายการประกอบแบบโครงสร้าง นอกจากนี้ส่วนผสมที่ใช้จะต้องอยู่ในเกณฑ์ต่อไปนี้

- ปริมาณซีเมนต์ต้องไม่ต่ำกว่า 350 กก./ลบ.ม. แต่ไม่เกิน 430 กก./ลบ.ม
- ขนาดใหญ่ที่สุดของมวลหยาบ ต้องไม่เล็กกว่า 20 มม.
- หากใช้ปี้มคอนกรีต ต้องเสนอรายละเอียดอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้วิศวกรผู้ควบคุมงานพิจารณา ก่อน ใช้งาน

กำลังของคอนกรีต

กำลังอัดประลัยของแท่งคอนกรีต เมื่ออายุ 28 วัน ให้เป็นไปตามที่ระบุในแบบและรายการประกอบแบบ ทั้งนี้กำลังอัดประลัยของแท่งคอนกรีตขณะดึงเหล็กเสริมแรงดึงสูงต้องไม่ต่ำกว่า 75% ของกำลังประลัยเมื่อ 28 วัน ตามที่ระบุในแบบ แต่ต้องไม่ต่ำกว่า 240 กก./ตร.ซม. การควบคุมคุณภาพของคอนกรีตให้เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานงานคอนกรีตและงานคอนกรีตเสริมเหล็ก

2.1.2 เหล็กเสริมแรงดึงสูงไร้การยึดเหนี่ยว (Unbounded Tendon)

เหล็กเสริมแรงดึงสูง เหล็กเสริมแรงดึงสูงต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM A 416-74 และ มอก. 420-2525 ทุกประการ

สารอาบเหล็กเสริมแรงดึงสูงก่อนการกัดกร่อน สารที่ใช้อาบก่อนการกัดกร่อนของเหล็กเสริมแรงดึงสูงต้องเป็นจารบี ชนิดที่มีความคงทนในระยะยาว ในช่วงอุณหภูมิใช้งานต้องมีเอกสาร แสดงผลการใช้งานหรือผลการทดลอง ทั้งนี้ต้องส่งเอกสารดังกล่าว ให้วิศวกรผู้ออกแบบตรวจสอบอนุมัติก่อนการใช้งาน วัสดุหุ้มกันการยึดเหนี่ยว วัสดุหุ้มเหล็กเสริมแรงดึงสูงอาจใช้กระดาษพันชนิดเสริมใย (Fiber Reinforced Kraft Paper) หรือวัสดุหุ้มอื่นในกรณีที่เป็นกระดาษพันต้องมีน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 170 gsm. มีความเหนียวทนต่อการฉีกขาด การพันต้องพันทับกันไม่ต่ำกว่า 3 ชั้น ต้องทนต่อความชื้นและต้องป้องกันการรั่วซึมของปูนได้เป็นอย่างดี ในกรณีที่ใช้ท่อหุ้มต้องเป็นชนิดPOLYETHYLENE ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 14 มม. ความหนาของท่อต้องไม่น้อยกว่า 1 มม. การอาบเหล็กเสริมด้วยจารบีต้องเป็นไปตามข้อแนะนำของผู้ผลิตจารบี กรรมวิธีที่ใช้ต้องสามารถทำให้อาบผิวเหล็กเสริมด้วยจารบีสม่ำเสมอในปริมาณที่เพียงพอที่จะป้องกันการกัดกร่อนต่อเหล็กเสริมแรงดึงสูงได้ตลอดระยะเวลาใช้งานของโครงสร้างการทดสอบคุณสมบัติการทดสอบคุณสมบัติ การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตาม มอก. 420-252 แต่ต้องทดสอบไม่น้อยกว่า 2 ตัวอย่างต่อพื้นที่แต่ละชั้นที่มีพื้นที่น้อยกว่า 2,000 ตร.ม. สำหรับพื้นที่ที่มากกว่าให้เทียบตามส่วนและเศษของ 2,000 ตร.ม. ให้ถือเป็น 2,000 ตร.ม. สำหรับคุณสมบัติ Modulus Of Elasticity และ Relaxation นั้น ผู้ขายและ/หรือผู้รับจ้าง ต้องเสนอผลรับรองคุณภาพจากผู้ผลิตให้วิศวกรผู้ออกแบบตรวจสอบอนุมัติก่อนการใช้งาน

2.1.3 สมอยึด (Anchorage)

สมอยึดต้องทำด้วยวัสดุคุณภาพดี มีมิติต่าง ๆ ตรงตามมิติที่กำหนดไว้ในแบบ รายละเอียดของผู้ผลิต ภายใต้อุณหภูมิคลาดเคลื่อนไม่เกิน 5% สำหรับงานคอนกรีตอัดแรงภายหลังนี้ ผู้ออกแบบไม่อนุญาตให้ใช้ Loop Dead End ไม่ว่าในกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น สมอยึดต้องสามารถถ่ายแรงได้ไม่น้อยกว่า 95% ของแรงดึง ประสิทธิภาพของเหล็กเสริมแรงดึงสูงในสภาพไร้การยึดเหนี่ยวและต้องสามารถยึดเหล็กไว้ด้วยแรงดังก้าวได้ อย่างมีประสิทธิภาพตลอดอายุการใช้งานของโครงสร้าง นอกจากนี้จะต้องมีคุณสมบัติกำลังต้านแรงดึงเพียงพอโดยที่ สามารถรับแรงกระทำครบวงจรจาก 60%-66%-60% ของกำลังดึงประลัยของเหล็กเสริมอัดแรง จำนวน 500,000 รอบโดยไม่วิบัติและสามารถรับแรงกระทำครบวงจรจาก 40%-80%-40% ของกำลังดึงประลัยของ เหล็กเสริมอัดแรงจำนวน 50 รอบ โดยไม่วิบัติ ผู้ขายและ / หรือผู้รับจ้างต้องเสนอแบบ พร้อมรายละเอียด ส่วนผสมทางเคมีคุณสมบัติต่างๆ ของสมอยึดตลอดจนแสดงผลการทดลองคุณภาพของสมอยึดซึ่งผลิตจาก แหล่ง และด้วยกรรมวิธีเดียวกันกับของที่จะนำใช้งาน

2.1.4 เหล็กเสริมธรรมดา และเหล็กรูปพรรณ

ให้เป็นไปตามข้อกำหนดในมาตรฐานงานเหล็กเสริมคอนกรีต

2.1.5 การกองเก็บวัสดุ

สำหรับเหล็กเสริมแรงดึงสูง ให้กองเก็บบนพื้นที่ยกสูงเพียงพอที่ปลอดภัยจากความเปียกชื้น และมีหลังคา ปกคลุม ต้องแยกกองเหล็กเสริมแรงดึงสูงจากกองวัสดุอื่น ๆ โดยเด็ดขาด

2.2 ระบบการอัดแรง

การอัดแรงที่ใช้ต้องได้คุณภาพมาตรฐาน ต้องมีปั๊มไฮดรอลิกที่สามารถให้ความดันสม่ำเสมอ มีระบบตั้งความดันที่ละเอียดพอและใช้งานได้

2.3 การก่อสร้าง

2.3.1 การวางเหล็กเสริมแรงดึงสูง (Tendons) และการติดตั้งสมอยึด (Anchorage)

การวาง Tendons ต้องให้ได้ตำแหน่งถูกต้องทั้งระดับและระยะในระนาบตามแบบโดยให้ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินค่าต่อไปนี้

ระดับ	ไม่เกิน	±	4 ม.ม.
-------	---------	---	--------

ระยะในระนาบ	ไม่เกิน	±	200 ม.ม.
-------------	---------	---	----------

ให้ยึด Tendons อย่างมั่นคงด้วย Bar Chair ซึ่งวางระยะห่างไม่เกิน 1.00 ม. และไม่เกิน 0.50 ม. ที่ บริเวณใกล้หัวเสาเหล็ก Bar Chair รองรับ Tendons ให้ใช้ขนาดไม่เล็กกว่า Ø12 ม.ม. ในการขยายลู่หรือ เปลี่ยนตำแหน่งของ Tendons ในระนาบให้กระทำโดย ให้มุมที่เปลี่ยนไปเกิดขึ้นน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อ ป้องกันมิให้เกิด Friction loss เพิ่มขึ้นมาก อันจะเป็นผลเสียต่อโครงสร้างได้โดยทั่วไปไม่ให้มุมเปลี่ยนไป เกิน 10 องศา ในกรณีที่จำเป็นต้องมีมุมเปลี่ยนเกินกว่ากำหนด วิศวกร ผู้ออกแบบจะพิจารณาตามความ เหมาะสมเป็นครั้งคราวไป แนว Tendons ตรงสมอยึดต้องทำมุมฉากกับระนาบของแป้นสมอยึดการวาง Tendons ต้องระมัดระวังมิให้วัสดุหุ้มเสียหาย หากวัสดุหุ้มเสียหายเล็กน้อย ให้ทำการซ่อมแซมโดยวิธีการ ที่เหมาะสม ให้ได้สภาพที่ใช้งานได้เหมือนเดิม แต่หากวัสดุหุ้มเสียหายมากจะต้องเปลี่ยนให้ใหม่โดยไม่มี ข้อแม้ สมอยึดต้องติดตั้งให้มั่นคงแข็งแรง โดยให้ระยะของแป้นสมอยึดทำมุมฉากกับแนวแรงที่จะยึด

2.3.2 คอนกรีตหุ้มป้องกันไฟ

ให้มีคอนกรีตหุ้มเหล็กเสริมแรงดึงสูงไม่น้อยกว่า 2.5 ซม. สำหรับสมอยึดให้มีคอนกรีตหุ้มไม่น้อยกว่า 5 ซม.

2.3.3 รอยต่อการก่อสร้าง (Construction Joint)

ในกรณีที่มีย่อยต่อการก่อสร้างของพื้นที่ซึ่งหล่อในเวลาต่างกันเกิน 1 เดือน ให้ใช้มาตรการที่เหมาะสมป้องกัน ความเสียหายอันอาจเกิดแก่วัสดุหุ้มและจากการเกิดสนิมของเหล็กเสริมแรงดึงสูงได้ หากใช้ชนิดกระดาด

พันจะต้องเอาพลาสติกหรือวัสดุกันน้ำอื่นหุ้มทับ TENDONS ส่วนที่ยังไม่มีคอนกรีตหุ้มอย่างมิดชิด เพื่อป้องกันความเสียหายจาก ความชื้นจากฝนหรือจากสาเหตุอื่น

2.3.4 การป้องกันอันตรายจากการเชื่อม

ในกรณีที่จำเป็นต้องมีการเชื่อมในที่ให้ใช้มาตรการที่เหมาะสมป้องกันไม่ให้ลูกไฟกระเด็นไปถูก Tendons หรือสมอยึดได้เป็นอันตรายห้ามใช้เหล็ก Tendons เป็นวัสดุสำหรับ Ground โดยเด็ดขาด

2.3.5 งานคอนกรีต

งานต่าง ๆ เกี่ยวกับคอนกรีต เช่น การผสม การลำเลียง คอนกรีต การเทคอนกรีต การเขย่าคอนกรีต ตลอดจนการบ่มให้เป็นไปตามข้อกำหนดในข้อ 4.2.1.1

ในการเทคอนกรีตให้พยายามหลีกเลี่ยงการเหยียบ Tendons จมลงโดยเฉพาะบริเวณรัศมี 1 ม. รอบหัวเสา คอนกรีตบริเวณสมอยึดต้องมีคุณภาพดีเป็นพิเศษ จึงควรให้ความเอาใจใส่ให้มากในการเทคอนกรีตและการเขย่าให้แน่นในบริเวณดังกล่าว

2.3.6 การอัดแรง

- การ Calibrate เครื่องดึง
เครื่องมือพร้อมอุปกรณ์ต้องได้รับการ Calibrate จากสถาบันที่ เชื่อถือได้ อย่างน้อยทุก 4 เดือน หรือเมื่อผู้ควบคุมงานเห็นสมควร
- ผู้รับจ้างต้องเสนอแผนการอัดแรง (เช่น ลำดับการดึงเหล็กการดึงจากปลายเดียว หรือสองปลาย เป็นต้น) รวมทั้งระยะยึดของ Tendons แต่ละชุดที่ต่างกัน เพื่อให้วิศวกรผู้ออกแบบตรวจสอบ และอนุมัติ
- ให้คำนึงถึงผลของการเหนี่ยวรั้งขององค์อาคาร เช่น เสา ผนัง ที่มีต่อการหดตัวของแผ่นพื้นในวิธีการก่อสร้าง หากผลดังกล่าว อาจทำให้เกิดความเสียหายต่อองค์อาคารส่วนใดส่วนหนึ่งในระยะยาวได้จะต้องพิจารณาหามาตรการที่เหมาะสมป้องกันเสียก่อนในระหว่างก่อสร้าง เช่น การทำ Column Pocket หรือ Column Hinge หรือใช้ขั้นตอนการก่อสร้างอื่น ๆ ที่เหมาะสม โดยเสนอรายละเอียดให้วิศวกรผู้ออกแบบพิจารณาก่อนการก่อสร้าง
- ให้ทำเครื่องหมายเพื่อตรวจสอบระยะยึดของ Tendons ได้ ละเอียดถูกต้อง
- ก่อนทำการดึงให้ทำความสะอาดสมอยึด โดยเฉพาะบริเวณที่จับลิ้มและต้องใส่ลิ้มยึด Tendons ให้กระชับโดยใช้ทอกลอง (หรืออุปกรณ์อื่นที่เหมาะสม) ตอกอัด ฟิงerring ระวังให้ลิ้มฝังเข้าไปในสมอยึดเท่า ๆ กันตลอดระยะนาบของแบ้นสมอยึด
- ต้องใช้มาตรการเพื่อป้องกันอันตรายอันอาจเกิดจากการดึงเหล็กได้
- ให้ดึงเหล็กเสริมแรงดึงสูงตามที่ระบุในแบบ และรายการประกอบแบบ ทั้งนี้หากมีข้อขัดแย้งไม่ว่ากรณีใด ๆ ให้ปรึกษาคำขอติจากวิศวกรผู้ออกแบบเท่านั้น
- แรงดึงที่ได้ ซึ่งเทียบจากมาตรวัดความดัน ให้ผิดพลาด ไม่ได้ เกิน $\pm 5\%$ และระยะยึดให้ผิดพลาดได้ไม่เกิน $\pm 5\%$ จากค่าที่กำหนด
- ให้บันทึกรายละเอียดการดึงเหล็กเสริมแรงดึงสูง รวมทั้งความผิดปกติที่เกิดขึ้น (ถ้ามี) และให้เสนอวิศวกรผู้ออกแบบและคณะกรรมการตรวจการจ้างภายใน 3 วัน หลัง จากการดึงเหล็ก

2.3.7 การต่อโครงสร้างคอนกรีตอัดแรง และคอนกรีตธรรมดา

สำหรับพื้นคอนกรีตอัดแรงที่ต่อเนื่องกับพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กธรรมดาให้ทำการก่อสร้างพื้นคอนกรีตอัดแรงก่อน แล้วจึงหล่อพื้นส่วนที่เป็นคอนกรีต ธรรมดาภายหลัง

การตัดปลายเหล็กเสริมอัดแรงและการอุดปูน-ทรายหุ้มสมอยึดภายหลังจากการดึงเหล็กเพื่ออัดแรงได้รับการตรวจอนุมัติแล้วให้ตัดปลายเหล็กเสริมอัดแรงด้วยไฟเบอร์โดยให้เหลือปลายเหล็กเสริมแรงดึงสูงยื่น

ออกมาจากสมอยึดไม่น้อยกว่า 1 ซม. ห้ามใช้ก๊าซตัดเป็นอันตราย หลังจากนั้นให้ทำการอุดปูนทรายหุ้มสมอยึดโดยเร็วที่สุดที่จะทำได้ ในกรณีที่ยังทำไม่ได้ด้วยเหตุผลใด ๆ ก็ตาม ให้ทำการทาสมอยึดด้วยฟิล์มโศทหรือวัสดุอื่นที่เหมาะสม ปูนทราย (หรือวัสดุอื่น) ที่ใช้หุ้มปลายสมอยึด ต้องไม่เกิดรอยร้าว และสามารถกันความชื้นได้อย่างสมบูรณ์ตลอดอายุการใช้งาน

มาตรฐานงานเหล็กรูปพรรณ

มาตรฐานงานเหล็กรูปพรรณนี้ ครอบคลุมสำหรับงานเหล็กรูปพรรณทั้งหมด ยกเว้นจะมีการระบุไว้ในแบบให้เป็นอย่างอื่น

- 1 เหล็กรูปพรรณทั้งหมด ต้องเป็นของใหม่ที่ไม่เคยใช้งานมาก่อน ตรงไม่บิดเบี้ยว ไม่มีรอยตำหนิหรือชำรุด ไม่มีสนิมกร่อน ไม่เปื้อนสีหรือน้ำมัน ทั้งนี้ก่อนประกอบหรือประกอบเสร็จ และก่อนใช้งานจะต้องขัดถูให้สะอาดด้วยผ้าสะอาดหรือแปรงลวด

- 1.1 เหล็กรูปพรรณทั้งหมดจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

GRADE	Yield Stress kgf./mm. (min.)	Tensile Stress kgf./mm. (min.)	Elongation % (min.)
Fe 24	24	41	21
Fe 30	30	50	17

หมายเหตุ คุณสมบัติอื่นตรงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 116-2529 หรือ JIS หรือ ASTM หรือตามที่ระบุไว้ในแบบให้เป็นอย่างอื่น

- 2.1 ใบรับรองวัสดุ

2.2.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียม และส่งเอกสารใบรับรองจากโรงงานผู้ผลิต และการทดสอบของวัสดุต่าง ๆ ที่จะใช้ จำนวน 3 ชุด ใบรับรองจะต้องระบุผลของการทดสอบทั้งทางกายภาพ และทางเคมี ตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดใช้วัสดุ ในกรณีที่ผลการทดสอบไม่เป็นไปตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนด หรือวิศวกรของผู้ว่าจ้างพิจารณาแล้วเห็นว่าสมควรมีการทดสอบเพิ่มเติมจากแหล่งผลิต หรือห้องทดลอง ซึ่งในการทดสอบเพิ่มเติมนี้ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมตัวอย่างที่จะใช้ในการทำการทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบของ มอก. 116-2529 หรือ ASTM โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายตลอดจนค่าธรรมเนียมต่าง ๆ ในการนำส่งและทดสอบคุณภาพของเหล็กรูปพรรณตัวอย่างทั้งหมด

2.2.2 ถ้าปรากฏว่าเหล็กรูปพรรณตัวอย่างที่นำไปทดสอบนั้น มีคุณภาพต่ำกว่าเหล็กรูปพรรณที่ได้ระบุไว้ในข้อ 2.2.2 แล้ว การที่จะนำเหล็กรูปพรรณ กองที่เก็บเหล็กรูปพรรณตัวอย่างนั้นมาใช้งานได้หรือไม่อย่างไร นั้น ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของวิศวกรของผู้ว่าจ้างที่จะให้ผู้รับจ้างจัดหาเหล็ก รูปพรรณที่มีคุณภาพ ได้ตามข้อกำหนดมาเปลี่ยนให้ใหม่ หรือเสริม ขนาดหน้าตัดของเหล็กรูปพรรณให้มากขึ้น โดยที่ผู้รับจ้างจะคิดเงินเพิ่มไม่ได้

- 2.3 การต่อเหล็กรูปพรรณ

การต่อเหล็กรูปพรรณ ถ้าไม่จำเป็นจริง ๆ แล้วห้ามต่อ ในกรณีที่มีความจำเป็นจะต้องมีการ ต่อเหล็ก รอยต่อของเหล็กจะต้องมีกำลังมากกว่าหรือเท่ากับของเหล็กที่ไม่มีรอยต่อ การต่อต้องตรงจุดวิศวกรของผู้ว่าจ้างเห็นชอบ และจาก JOINT หนึ่ง JOINT หนึ่ง จะต้องมิได้เพียงรอยต่อเดียวเท่านั้น การต่อใด ๆ เพื่อความสะดวกและเพื่อการติดตั้งผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้คิดคำนวณ และ เสนอรายละเอียดของรอยต่อ ให้เป็นไปตามมาตรฐานของ AISC และต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรของผู้ว่าจ้าง ก่อนดำเนินการ

2.4 การประกอบและยกติดตั้ง

- 2.4.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบ Shop Drawing และแบบขยายต่าง ๆ ก่อนจะทำการประกอบเหล็ก
รูปพรรณทุกชิ้นเสนอให้วิศวกรผู้ว่าจ้าง พิจารณาเห็นชอบก่อนดำเนินการทุกครั้ง ดังนี้
 - 2.4.1.1 แบบที่จะทำจะต้องแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับการตัดต่อประกอบและติดตั้งรูสลักเกลียว รอย
เชื่อมและรอยต่อต่าง ๆ
 - 2.4.1.2 สัญลักษณ์ต่างๆ ที่ใช้ จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานสากล
 - 2.4.1.3 จะต้องมีส่วนประกอบแสดงบัญชีวัสดุ และวิธีการยกติดตั้งตลอดจนการยึดโยงชั่วคราว
- 2.4.2 ขั้นตอนการประกอบและยกติดตั้ง
 - 2.4.2.1 ยกเว้นระบุไว้เป็นกรณีพิเศษ การประกอบและการติดตั้งเหล็กรูปพรรณและส่วนยึดต่อต่าง ๆ
จะต้องทำตามข้อกำหนดของ AISC สำหรับการประกอบและติดตั้งเหล็กโครงสร้างอาคารและ
มาตรฐาน สำหรับอาคารเหล็กรูปพรรณของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ที่ 1003-18 ทุก
ประการ และถูกต้องตามที่ระบุในแบบรายการละเอียด และแบบ Shop Drawing ซึ่งได้รับ
ความเห็นชอบจากวิศวกรของผู้ว่าจ้างแล้ว
 - 2.4.2.2 ผู้รับจ้างจะต้องทำนั่งร้านค้ำยัน ยึดโยง ฯลฯ ให้เพียงพอเพื่อ ยึดโครงสร้างให้แน่นหนา อยู่ใน
แนวและตำแหน่งที่ต้องการเพื่อความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานจนกว่างานประกอบจะเสร็จ
เรียบร้อยและแข็งแรงดีแล้ว
 - 2.4.2.3 การติดตั้งงานเหล็กรูปพรรณ จะต้องทำให้ถูกต้องตามหลักวิชาการไม่ให้เหล็กท่อนใดท่อน
หนึ่งรับแรงเกินกว่าแรงที่กำหนดไว้ ผู้รับจ้างจะ ต้องคอยตรวจตราดูการยึดต่อของจุดต่อต่าง ๆ
ของโครงสร้างให้เป็นไปตามแบบรายการและ แบบ Shop Drawing โดยละเอียด
 - 2.4.2.4 การตัดเชื่อม ตัดด้วยไฟ สกัดและกดทะลุ ต้องกระทำอย่างละเอียดประณีต
 - 2.4.2.5 องค์อาคารที่วางทาบกันจะต้องวางให้แนบสนิทเต็มหน้า
 - 2.4.2.6 การติดตั้งที่ใช้แผ่นรองรับ ต้องดำเนินการดังนี้
 - (ก) ใช้ตามแบบที่กำหนดในแบบขยาย
 - (ข) ให้รองรับและปรับแนวด้วยลิ้มเหล็ก
 - (ค) หลังจากได้ยกติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้อัด Metallic Non-Shrink Mortar ส่วน
โพรงใต้แผ่นรองรับให้เต็ม แล้วตัดส่วนที่เกินออกมาให้เสมอกับขอบของแผ่นรองรับ
 - 2.4.2.7 หลังจากการติดตั้งแล้ว ข้อต่อและส่วนประกอบของโครงสร้างต่าง ๆ ต้องไม่บิดโก่งและมี
ขนาดที่ถูกต้อง โดยทั้งนี้ส่วนประกอบของโครงสร้างที่อยู่ใกล้ชิดกันจะต้องจัดให้ถูกต้องและมี
ระเบียบตามที่ระบุไว้ในแบบ
 - 2.4.2.8 การเชื่อม
 - (ก) ให้เป็นไปตามมาตรฐาน AWS หรือตามภาคผนวก ข. สำหรับการเชื่อมในงาน
ก่อสร้างอาคาร นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น
 - (ข) ผิวหน้า ที่จะทำการเชื่อมจะต้องสะอาดปราศจากสะเก็ดร้อน ตะกรันสนิม ไขมัน สี
และวัสดุแปลกปลอมอื่น ๆ ที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อ การเชื่อมได้
 - (ค) ในระหว่างการเชื่อม จะต้องยึดชิ้นส่วนที่จะเชื่อมติดกันให้แน่น เพื่อให้ผิวแนบสนิท
สามารถทาสีอุดได้โดยง่าย
 - (ง) ให้วางลำดับการเชื่อมให้ดี เพื่อหลีกเลี่ยงการบิดเบี้ยว และหน่วยแรงตกค้างใน
ระหว่างกระบวนการเชื่อม

- (ซ) การเชื่อม ต้องพยายามทำให้เหล็กเปลี่ยนรูปร่างและให้มี Residual Stress เกิดได้น้อยที่สุด

2.4.2.9 การยึดด้วยสลักเกลียว

- สลักเกลียวที่จะนำมาใช้ จะต้องเลือกใช้ชนิดของสลักเกลียวให้ถูกต้องกับงานที่ใช้หรือตามที่ระบุในแบบ โดยทั้งนี้จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM
- การตอกสลักเกลียวจะต้องกระทำด้วยความประณีตโดยไม่ทำให้เกลียวเสียหาย
- ต้องแน่ใจว่ามีรอยต่อเรียบ และผิวที่รองรับจะต้องสัมผัสกันเต็มหน้า ก่อนจะทำการขันเกลียว
- ขันรอยต่อของสลักเกลียวให้แน่นโดยใช้เครื่องมือที่ ถูกขนาดเมื่อขันสลักเกลียวแน่นแล้ว ให้ทุบปลายเกลียว เพื่อมิให้เป็นสลักเกลียวคลายตัว

2.5 การขัดเกลาตกแต่งและ ป้องกันเหล็กเพื่อมิให้ผุกร่อน

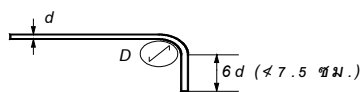
- 2.5.1 งานเหล็กรูปพรรณที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องแข็งแรง เรียบร้อย ได้แนว ได้ดิ่ง ได้ระดับ มีขนาดและรูปร่างตามระบุในแบบภายหลังจากประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องทำความสะอาดด้วยแปรงลวดเหล็กและกระดาษทรายให้ทั่ว โดยปราศจากเศษโลหะสนิมน้ำมัน และวัสดุแปลกปลอมอื่น ๆ ที่ติดมาจากโรงงานผู้ผลิต
- 2.5.2 หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น งานเหล็กรูปพรรณทุกชนิดจะต้องทาสีรองพื้นกันสนิม ก่อนจะดำเนินการตัดต่อเพื่อประกอบและติดตั้ง หลัง จากทำการติดตั้งเสร็จ จะต้องมีการเก็บผิวของสีรองพื้นกันสนิมอีกครั้งหนึ่งแล้ว จึงทาสีทับอีกสองชั้น ทั้งนี้การทาสีรองพื้นกันสนิม และสีทับหน้ากันสนิมให้ใช้ RED Oxide กรรมวิธีในการทำให้เป็นไปตามข้อกำหนดของบริษัทผู้ผลิต

ผนวก ก.

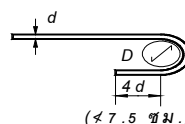
การตัดและการต่อเหล็กเส้น

1. การงอขอปลายเหล็ก

1.1 การงอขอเหล็กเส้นกลมทั่วไป ให้ปฏิบัติดังนี้



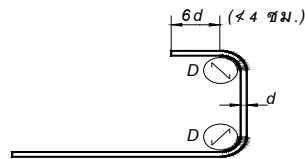
งอขอ 90 องศา



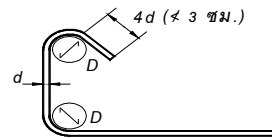
งอขอ 180 องศา

ขนาดของเหล็กเส้นทั่วไป	ค่าของ D
Ø6 ม.ม. ถึง Ø22 ม.ม.	ต้องไม่น้อยกว่า 6 d
Ø25 ม.ม. ถึง Ø28 ม.ม.	ต้องไม่น้อยกว่า 8 d
Ø32 ม.ม. ขึ้นไป	ต้องไม่น้อยกว่า 10 d

- 1.2 การงอเหล็กข้ออ้อยขนาดตั้งแต่ Ø 16 มม. ขึ้นไป ให้งอ 90 องศา ดังรูปในข้อ 1
- 1.3 การงอเหล็กปลอก คานและเสา ให้ปฏิบัติดังนี้



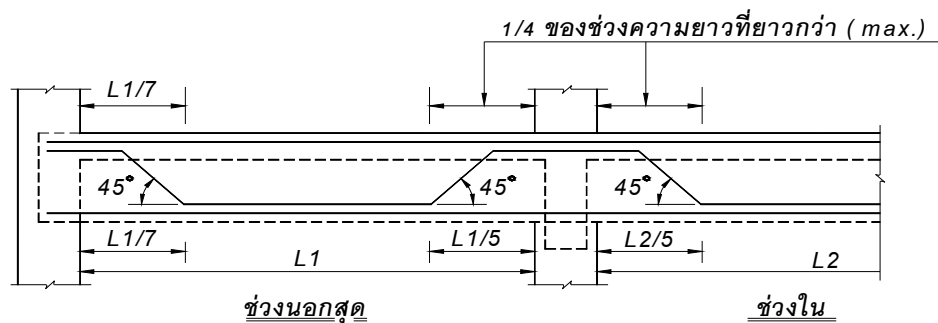
งอข้อ 90 องศา



งอข้อ 135 องศา

ขนาดของเหล็กปลอก	ค่าของ D
Ø 6 มม.	ต้องไม่น้อยกว่า 3.75 ซม.
Ø 9 มม.	ต้องไม่น้อยกว่า 3.75 ซม.
Ø 12 มม.	ต้องไม่น้อยกว่า 5.00 ซม.
Ø 15 มม.	ต้องไม่น้อยกว่า 6.25 ซม.

2. การตัดเหล็กคอกม้า ถ้าไม่ระบุไว้ในแบบรายละเอียด ให้ปฏิบัติดังนี้



หมายเหตุ รูปที่แสดงเป็นการแสดงการเสริมด้วยเหล็กข้ออ้อย ถ้าเป็นเหล็กเส้น กลมธรรมดาแล้ว ปลายเหล็กจะต้องงอขอ ตามข้อ 1

ผนวก ข.

การเชื่อมต่อเหล็กด้วยไฟฟ้า

1. วัสดุที่จะใช้ในการเชื่อม

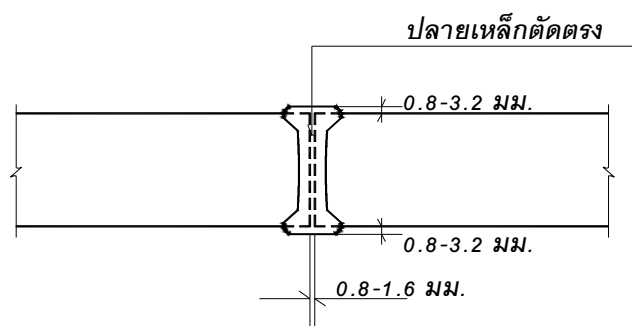
จะต้องเป็นไปตามข้อแนะนำของแหล่งผลิตวัสดุที่จะเชื่อมและสอดคล้องกับมาตรฐานของ AWS สำหรับการเชื่อมในงานก่อสร้างอาคารการเชื่อมจะต้องกระทำโดยช่างเชื่อมที่มีความสามารถและชำนาญงานโดยเฉพาะ และจะต้องเป็นไปตามหลักวิชาช่างเชื่อมที่ดี วิศวกรของผู้ว่าจ้างอาจจะสั่งให้มีการทดสอบรอยเชื่อมของช่างเชื่อมก่อนพิจารณาอนุมัติให้ช่างเชื่อมนั้นเข้าปฏิบัติงานจริงโดยทั้งนี้ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการนำส่งและการทดสอบคุณภาพของรอยเชื่อมตลอดจนค่าธรรมเนียมต่าง ๆ ผู้รับจ้าง เป็นผู้รับผิดชอบทั้งหมดในกรณีที่ผลการทดสอบรอยเชื่อม หรือผลงานของช่างเชื่อมผู้นั้นมีคุณภาพไม่ได้ตามข้อกำหนดวิศวกรของผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะยับยั้งไม่ให้ช่างเชื่อมผู้นั้นปฏิบัติงานผู้รับจ้างจะต้องหาช่างเชื่อมที่มีฝีมือมาปฏิบัติงานแทนได้ทันทีงานทุกชิ้นที่ทำไปแล้วจะต้องทำให้ถูกต้องตามแบบ และได้มาตรฐานเป็นที่ยอมรับของวิศวกรของผู้ว่าจ้าง

2. ลวดเชื่อมและกระแสไฟฟ้าที่ใช้
 - 2.1 ลวดเชื่อมที่นำมาใช้เชื่อมให้ใช้ลวดเชื่อมที่มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน AWS-ASTM A 233-64 หมายเลข E 60 XX (สำหรับเหล็กgrupพรรณ Grade FE 24) และหมายเลข E 70 XX (สำหรับเหล็กgrupพรรณ Grade Fe 30) หรือได้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 49-2528 หากใช้ลวดเชื่อมหมายเลขอื่นแล้วให้อยู่ในดุลยพินิจของวิศวกรของผู้ว่าจ้าง
 - 2.2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลวดเชื่อม และ กระแสไฟฟ้าที่ใช้เชื่อมจะต้องเป็นไปตามที่ได้กำหนดไว้ในตารางที่ 1

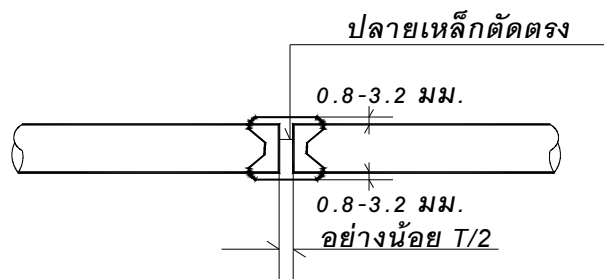
ตารางที่ 1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลวดเชื่อม และการใช้กระแสไฟฟ้า

ขนาดผ่าศูนย์กลาง ลวดเชื่อม	ช่วงกระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)			
	E 6010	E 6011	E 6012	E 6013
1/16 นิ้วฟุต (1.59 ม.ม.)	-	-	20-40	20-40
5/64 นิ้วฟุต (1.99 ม.ม.)	-	-	25-60	25-60
3/32 นิ้วฟุต (2.38 ม.ม.)	-	40-80	35-85	40-90
1/8 นิ้วฟุต (3.18 ม.ม.)	-	76-125	80-140	80-130
5/32 นิ้วฟุต (3.97 ม.ม.)	-	110-170	110-190	105-180
3/16 นิ้วฟุต (4.76 ม.ม.)	-	140-215	140-240	150-230
7/32 นิ้วฟุต (5.56 ม.ม.)	-	170-250	200-320	210-300
1/4 นิ้วฟุต (6.35 ม.ม.)	-	210-320	250-400	250-350
5/16 นิ้วฟุต (7.94 ม.ม.)	-	275-425	350-500	320-430
ชนิดของกระแสไฟฟ้า และการต่อข้อ	กระแสตรงต่อข้อ กลับ	กระแสสลับหรือ กระแสตรงต่อข้อ กลับ	กระแสสลับหรือ กระแสตรงต่อข้อกลับ	กระแสสลับ หรือกระแสตรง ต่อข้อตรง หรือต่อข้อกลับอย่างใดอย่างหนึ่ง

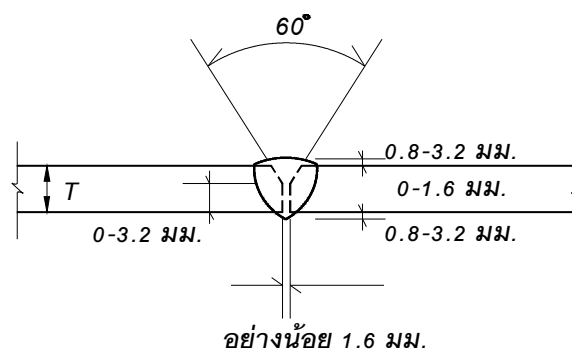
3. การวางเหล็กเพื่อต่อเชื่อมสำหรับเหล็กแผ่นและเหล็กgrupพรรณต่าง ๆ
 - 3.1 การต่อเหล็กแบบชน (Butt Joint) ให้ต่อดังวิธีนี้คือ
 - 3.1.1 Square-Butt Joint, Both Sides Welded ใช้สำหรับต่อเหล็กที่มีความหนา (T) ไม่เกิน 6 ม.ม.



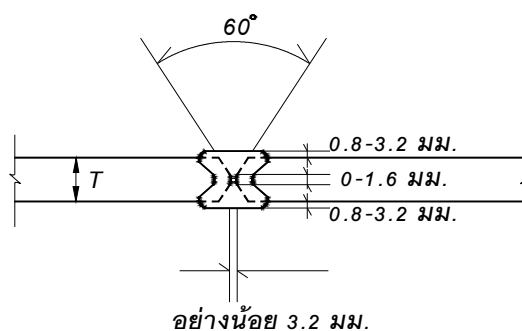
3.1.2 Open Square-Butt Joint Welded Both Sides ใช้สำหรับต่อเหล็กที่มีความหนา (T) ระหว่าง 6-8 มม.



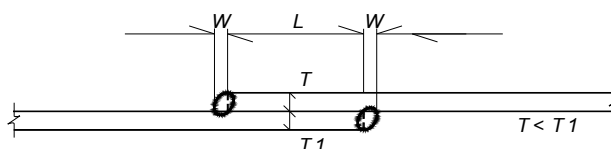
3.1.3 Single-V Butt Joint Welded Both Sides ใช้สำหรับเหล็กที่มีความหนา (T) เกินกว่า 8 มม.



3.1.4 Double-V Butt Joint ใช้สำหรับต่อเหล็กที่มีความหนา (T) เกิน 8 มม.



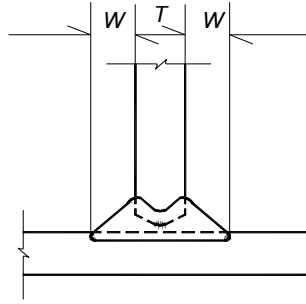
3.2 การต่อเหล็กแบบทาบทับกัน (Fillet Welds) ให้ต่อดังวิธีดังนี้ Double Fillet-Welded Lap Joint



ความยาว L อย่างน้อย 5T แต่ไม่น้อยกว่า 25 มม.

ความยาว W ให้เป็นไปตามแบบรายละเอียด แต่ไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้ใน ตารางที่ 2

3.2.1 Fillet-Reinforced Butt-Welded T Joint



ความยาว W ประมาณ $T/4$ แต่ต้องไม่ต่ำกว่า 10 มม. MAX Effective Fillet = $T-1.6$ มม.

3.2.2 ความหนาของรอยเชื่อม (Throat Thickness = $0.707 W$) จะต้องเป็นไปตามแบบหรือรายการที่ได้ระบุไว้

3.2.3 ในกรณีที่แบบรายละเอียดไม่ได้ระบุขนาดของรอยเชื่อม หรือได้ระบุไว้มีขนาดน้อยกว่าค่าที่ได้ระบุไว้ในตารางที่ 2 แล้ว ขนาดของรอยเชื่อมจะต้องเป็นไปตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ขนาดรอยเชื่อม (Minimum Weld Sizes For Thick Plates)

ความหนาของแผ่นเหล็ก แผ่นที่หนากว่า (T)	ขนาดขาของรอยเชื่อม (W) อย่างน้อย	หมายเหตุ
น้อยกว่า 12 มม.	4.76 มม.	ทั้งขนาดขาของ
12 - 19 มม.	6.35 มม.	รอยต่อเชื่อม (W)
19 - 38 มม.	7.94 มม.	ต้องไม่มากกว่า
38 - 57 มม.	9.53 มม.	ความหนาของ
57 - 152 มม.	12.7 มม.	แผ่นเหล็กแผ่นที่
เกินกว่า 152 มม.	15.88 มม.	บางกว่า

4. การต่อเหล็กเส้นกลมและเหล็กเส้นข้ออ้อย

4.1 การเชื่อมต่องานจะต้องเป็นไปตามแบบที่กำหนดให้ แบบใดแบบหนึ่งที่กำหนดไว้ในข้อ 2.

4.2 ตำแหน่งการต่อเหล็กจะต้องไม่ต่อ ณ จุดที่เหล็กงอ รอยต่อจะต้องอยู่ห่างจากจุดที่เหล็กงออย่างน้อย 50 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้น

4.3 การต่อเหล็ก ให้ต่อ ณ ตำแหน่งที่เหล็กรับแรงน้อยที่สุด ในกรณีที่ไม่สามารถต่อเหล็ก ณ จุดที่กำหนดดังกล่าวได้ ให้เสริมเหล็กปลอกมากขึ้นจากเดิมเป็นสองเท่าในระยะห่างจากปลายของเหล็กที่เชื่อมแต่ละปลายออกไปอย่างน้อย 15 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้น

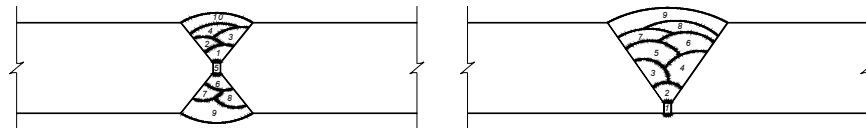
4.4 ลวดเชื่อมที่จะนำมาใช้เชื่อมเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตนั้นจะต้องได้มาตรฐานไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 มาตรฐานลวดเชื่อมเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต

ชั้นของเหล็กเสริมคอนกรีต	มาตรฐานลวดเชื่อม
เหล็กเส้นกลม เกรด SR 24	AWS A 5.1, E 60 XX
เหล็กเส้นข้ออ้อย เกรด SD 30	AWS A 5.1, or A 5.5, E 70 XX
เหล็กเส้นข้ออ้อย เกรด SD 40	AWS A 5.5, E 90 XX
เหล็กเส้นข้ออ้อย เกรด SD 50	AWS A 5.5, E 110 XX

5. การดำเนินการเชื่อม

- 5.1 เหล็กที่จะนำมาเชื่อมจะต้องตัดปลายแล้ววางให้ได้รูป ตามที่กำหนดไว้ในข้อ 2
- 5.2 บริเวณปลายเหล็กที่ตัดก่อนที่จะนำมาเชื่อมจะต้องขัดให้เรียบและสะอาด ปราศจากฝุ่น สี น้ำมัน
- 5.3 เหล็กเส้นที่จะนำมาเชื่อมต่อกัน จะต้องวางให้ได้แนวเส้นผ่าศูนย์กลางของกันและกัน ขณะที่ทำการเชื่อมควรวางอยู่บนที่รองรับประมาณข้างละ 1 เมตร ห่างจากจุดที่จะเชื่อมต่อ
- 5.4 การเชื่อมจะต้องเป็นชั้น ๆ หรือเป็นแนว ดังที่แสดงไว้ในรูป



เมื่อเชื่อมเสร็จแต่ละชั้นแต่ละแนว การเชื่อมชั้นต่อไปจะต้องเคาะเอาชีเหล็กออกให้หมดทุกครั้ง แล้วแปรงให้สะอาดเสียก่อน

งานพื้นสำเร็จรูป PRECAST CONCRETE SLAB

1. พื้นสำเร็จรูปที่ใช้เป็นพื้นสำเร็จรูปชนิดกลวง (Hollow Core Slab) ซึ่งจะต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 828-2546 (ชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จสำหรับระบบพื้นประกอบ) สามารถรับน้ำหนักจรได้ไม่น้อยกว่าตามที่ระบุในแบบ หรือถ้าในแบบไม่ได้ระบุ จะต้องรับน้ำหนักจรได้ไม่น้อยกว่า 300 กก./ตร.ม. และเมื่อปูเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต้องมีลักษณะต้องเรียบโดยสม่ำเสมอไม่เียงแตกต่างกันระหว่างแผ่นจนปรากฏเห็นชัดเจน
2. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาพื้นสำเร็จรูปที่มีคุณภาพดี มีมาตรฐานการผลิต และได้รับใบรับรอง คุณภาพจากกระทรวงอุตสาหกรรม ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องเสนอชื่อบริษัทผู้ผลิต รายละเอียดผลิตภัณฑ์ที่จะใช้ โดยมีวิศวกรโยธา ระดับสามัญเป็นผู้รับรอง ต่อผู้ควบคุมงานเพื่อขออนุมัติก่อน
3. คอนกรีตทับหน้า (Topping) หนา 50 มิลลิเมตร เสริมเหล็กตะแกรง ให้ยึดตามที่แบบกำหนด หากไม่ระบุในแบบ ให้เสริมเหล็กตะแกรงขนาด 6 มม. ระยะห่าง 0.20 ม. คอนกรีตทับหน้าให้ใช้อัตราส่วนของปูนซีเมนต์:ทราย:หิน 1:2:4 และกำลังอัดของคอนกรีตไม่ต่ำกว่า 240 กก./ตร.ซม.
4. ก่อนการเทคอนกรีตทับหน้าต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานทุกครั้ง
5. หลังจากเทคอนกรีตทับหน้าแล้วต้องบ่มคอนกรีตด้วยน้ำติดต่อกันไม่น้อยกว่า 3 วัน

6. คานรับพื้นสำเร็จรูปที่ระดับหลังคานต่ำเกินไป ไม่ควรใช้อิฐก่อเสริมปรับระดับ ควรปรับระดับด้วยปูนทรายหรือเทคอนกรีตเสริมหลังคานโดยต้องเสริมเหล็กด้วย
7. การเรียงพื้นสำเร็จรูปบนคาน ทิศทางการวางต้องเป็นไปตามแบบก่อสร้าง และ การวางให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต
8. กรณีที่ต้องมีการตัดแผ่นพื้น ให้ใช้ไฟเบอร์ในการตัดเท่านั้น ห้ามใช้วิธีสกัด ทุบ โดยเด็ดขาด

หมวด 12

งานอุปกรณ์ทางการแพทย์

ส่วนที่ 1

งานอุปกรณ์ทางการแพทย์ พื้นที่ PICU

รายละเอียด

ชุดศูนย์รวมอุปกรณ์ทางการแพทย์ พร้อมหัวจ่ายก๊าซและเตารับปลั๊กเสียบไฟฟ้า
ชนิดติดตั้งเพดานแบบคานวางเลื่อน สำหรับห้องผู้ป่วยวิกฤต PICU

1. ความต้องการ
ชุดศูนย์รวมอุปกรณ์ทางการแพทย์ชนิดติดตั้งเพดานแบบคานพร้อมวางเลื่อน ติดตั้งสำเร็จพร้อมใช้สำหรับห้องผู้ป่วยวิกฤต PICU
2. วัตถุประสงค์ในการใช้งาน
ใช้วางอุปกรณ์ทางการแพทย์ และใช้งานระบบก๊าซทางการแพทย์จากหัวจ่ายก๊าซ และเตารับปลั๊กเสียบไฟฟ้า พร้อมช่องเปิดสำหรับการรับสัญญาณ (RJ 45) เพื่อความสะดวกและเหมาะสมในการดูแลรักษาพยาบาลผู้ป่วยวิกฤต PICU จำนวน 16 เตียง หรือตามที่แบบระบุ
3. คุณลักษณะทั่วไป
 - 3.1 เป็นชุดชั้นวางอุปกรณ์ทางการแพทย์ชนิดติดตั้งเพดานแบบคานพร้อมวางเลื่อน
 - 3.2 ประกอบด้วยชั้นวางอุปกรณ์ทางการแพทย์จำนวนอย่างน้อย 1 ด้าน สำหรับ เครื่องช่วยหายใจ, Monitor, และสำหรับเครื่องให้สารละลาย Infusion Pump, Syringe Pump
 - 3.3 โครงสร้างภายในคานพร้อมวางเลื่อน เป็นทางเดินของสายไฟฟ้า สายสัญญาณและ/หรือท่อส่งก๊าซห่อหุ้ม ปิดมิดชิด โครงสร้างทั่วไปเป็นโลหะเคลือบสี ผิดัดสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต
 - 3.4 มีหัวจ่ายแก๊สทางการแพทย์ เต้าเสียบไฟฟ้า ช่องเปิดสำหรับการรับสัญญาณ (RJ 45) ติดตั้งสำเร็จอยู่บนคานลึมนั้ เพื่อสะดวกต่อการใช้งานร่วมกับเครื่องมือแพทย์
 - 3.5 มีชั้นวางอุปกรณ์ ล็อกเก็บของ แขนจับยึดเสาชวนเครื่องให้สารละลาย
4. คุณลักษณะทางเทคนิค
ชุดศูนย์รวมอุปกรณ์ทางการแพทย์ชนิดติดตั้งเพดานแบบคานพร้อมวางเลื่อน สำหรับ PICU
 - 4.1 เป็นชุดชั้นวางอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ประกอบด้วย คานพร้อมวางเลื่อนมีความยาวไม่น้อยกว่า 2,800 มม.
 - 4.2 ยึดติดโครงสร้างอาคารด้วยเสา จำนวนอย่างน้อย 2 เสา อยู่ห่างกันที่ระยะไม่น้อยกว่า 1 เมตร แต่ละเสาสามารถรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 250 กิโลกรัม

- 4.3 ภายในคานเป็นทางเดินของสายไฟฟ้า สายสัญญาณ และท่อนำก๊าซหุ้มปิดมิดชิด ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต
- 4.4 ไฟส่องสว่าง (Reading / Examination light) ด้วยหลอดไฟ LED ด้านหน้าของ - รางเลื่อน จำนวน 1 ชุด
- 4.5 ไฟส่องสว่าง (Indirect light) ด้วยหลอดไฟ LED ด้านหน้าของรางเลื่อนสามารถปรับสีของแสงได้สามโทนสีด้วยระบบควบคุมแบบสัมผัส daylight, cool white, - warm white จำนวน 1 ชุด
- 4.6 มีชุดก้านยึดสำหรับติดตั้งคอลัมน์และชั้นวางอุปกรณ์ มีจำนวน 2 ด้าน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้
- 4.6.1 ด้านที่ 1 สำหรับติดตั้งชั้นวางอุปกรณ์ Monitor และเครื่องช่วยหายใจ (Dry Side)
- มีก้านยึด (Shuttle) ติดตั้งสำหรับติดตั้งคอลัมน์รูปทรงสี่เหลี่ยมแนวตั้ง (column) ด้านล่าง สามารถเลื่อนตามรางได้ไม่น้อยกว่า 500 มม. โดยควบคุมด้วยระบบ Auto Braking Bars (ABB) เป็นระบบเบรกที่ใช้มือเดียวในการควบคุมการหยุดนิ่ง
 - คอลัมน์รูปทรงสี่เหลี่ยมแนวตั้ง (Column) ทำด้วยโลหะปลอดสนิมรูปทรงสี่เหลี่ยม ความยาวไม่น้อยกว่า 800 มม. มีช่องสำหรับติดตั้งหัวจ่ายก๊าซทางการแพทย์ เติร์บปลั๊กไฟฟ้า และช่องเปิดสำหรับการรับสัญญาณ (RJ 45) ด้านหน้า คอลัมน์สามารถ ติดตั้งชั้นวางอุปกรณ์
 - สามารถรองรับน้ำหนักอุปกรณ์และเครื่องมือแพทย์บนคอลัมน์ (Column) ได้อีก 200 กิโลกรัม (Live Load / Max. Load) ซึ่งการรับน้ำหนักดังกล่าวได้หักน้ำหนักของคอลัมน์ (Dead Load) ออกแล้ว
 - ชุดคอลัมน์ (Column) สามารถปรับหมุนได้ 340 องศา และปรับหยุดนิ่งด้วยระบบ Adjustable friction brake
 - มีชั้นวางทำด้วยโลหะเคลือบสี พร้อมรางสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ด้านข้างทั้ง 2 ด้าน โดยชั้นวางสามารถรองรับน้ำหนักได้ 80 กิโลกรัม ชั้นวางสามารถถอดเปลี่ยน และปรับระดับได้ จำนวน 1 ชั้น
 - มีชั้นวางพร้อมลิ้นชักทำด้วยโลหะเคลือบสี พร้อมรางสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ด้านข้างทั้ง 2 ด้าน โดยชั้นวางสามารถรองรับน้ำหนักได้ 50 กิโลกรัม ภายในลิ้นชักสามารถรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 10 กิโลกรัม เมื่อดันปิดลิ้นชักจะมีระบบดูดลิ้นชักให้ปิดสนิท โดยปราศจากเสียงดังและการกระแทก จำนวน 1 ชั้น
 - มีจำนวนหัวจ่ายก๊าซทางการแพทย์ ดังต่อไปนี้

หัวจ่ายออกซิเจน (Oxygen outlet)	จำนวน 2 ชุด
หัวจ่ายอากาศอัด (Air outlet)	จำนวน 1 ชุด
หัวจ่ายสุญญากาศ (Vacuum outlet)	จำนวน 2 ชุด
 - หัวจ่ายก๊าซออกซิเจน อากาศอัดทางการแพทย์ สุญญากาศ เป็นชนิดเดียวกับหัวจ่าย แก๊สทางการแพทย์ที่ทางโรงพยาบาลมีใช้อยู่
 - เติร์บปลั๊กไฟฟ้า จำนวน 8 ช่อง
 - มีช่องเปิดสำหรับรับสัญญาณ (RJ45) จำนวน 2 ช่อง
 - แขนจับยึดเสาแขวนเครื่องให้สารละลายชนิด 2 ท่อน จำนวน 1 ชุด
 - มีเสาแขวนสารละลายทำจาก สแตนเลส แบบปรับระดับและหมุนได้อิสระ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม. ยาว 1,000 มม. จำนวน 1 ชุด
- (2) ด้านที่ 2 สำหรับติดตั้งชั้นวางอุปกรณ์ เครื่องให้สารละลาย (Wet Side)
- มีก้านยึด (Shuttle) ติดตั้งสำหรับติดตั้งคอลัมน์รูปทรงสี่เหลี่ยมแนวตั้ง(column)ด้านล่าง สามารถเลื่อนตามรางได้ไม่น้อยกว่า 500 มม. โดยควบคุมด้วยระบบ Auto Braking Bars (ABB) เป็นระบบเบรกที่ใช้มือเดียวในการควบคุมการหยุดนิ่ง

- คอลัมน์ทำด้วยโลหะปลอดสนิมรูปทรงสี่เหลี่ยม ขนาดยาว 1,000 มม. โครงด้านข้างมีช่องสำหรับติดตั้งหัวจ่ายก๊าซทางการแพทย์ เติ้ารับปลั๊กไฟฟ้า และช่องเปิดสำหรับรับสายสัญญาณ
- สามารถรองรับน้ำหนักอุปกรณ์และเครื่องมือแพทย์หน้าคอลัมน์ (Column) ได้อีก 200 กิโลกรัม (Live Load / Max. Load) ซึ่งการรับน้ำหนักดังกล่าวได้หักน้ำหนักของ Column (Dead Load) ออกแล้ว
- ชุดคอลัมน์สามารถปรับหมุนได้ 340 องศา และปรับหยุดนิ่งด้วยระบบ Adjustable friction brake
- มีชั้นวางทำด้วยโลหะเคลือบสี พร้อมรางสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ด้านข้างทั้ง 2 ด้าน โดยชั้นวางสามารถรองรับน้ำหนักได้ 50 กิโลกรัม ชั้นวางสามารถถอดเปลี่ยนและปรับระดับได้ ภายในลิ้นชักสามารถรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 10 กิโลกรัม เมื่อดันปิดลิ้นชักจะมีระบบดูดลิ้นชักให้ปิดสนิท โดย ปราศจากเสียงดังและการกระแทก จำนวน 1 ชั้น
- มีจำนวนหัวจ่ายก๊าซทางการแพทย์ ดังต่อไปนี้

หัวจ่ายออกซิเจน (Oxygen outlet)	จำนวน 1 ชุด
หัวจ่ายอากาศอัด (Air outlet)	จำนวน 1 ชุด
หัวจ่ายสุญญากาศ (Vacuum outlet)	จำนวน 2 ชุด
- หัวจ่ายก๊าซออกซิเจน อากาศอัดทางการแพทย์ สุญญากาศ เป็นชนิดเดียวกับหัวจ่ายแก๊สทางการแพทย์ที่ทางโรงพยาบาลมีใช้อยู่
- เติ้ารับปลั๊กไฟฟ้า จำนวน 6 ช่อง
- แขนจับยึดเสาชวนเครื่องให้สารละลายชนิด 2 ท่อน จำนวน 2 ชุด
- มีเสาชวนสารละลายทำจาก สแตนเลส แบบปรับระดับและหมุนได้อิสระ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม. ยาว 1,000 มม. จำนวน 2 ชุด
- สายต่อเพิ่มระยะนำแก๊สออกซิเจนพร้อมชุดจับยึดอุปกรณ์กับรางจำนวน 1 ชุด
- สายต่อเพิ่มระยะนำสุญญากาศพร้อมชุดจับยึดอุปกรณ์กับราง จำนวน 2 ชุด

5. เงื่อนไขเฉพาะ

- 5.1 เป็นชุดศูนย์รวมอุปกรณ์การแพทย์ซึ่งประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต พร้อมอุปกรณ์ประกอบการใช้งานที่มาจากโรงงานผู้ผลิตเดียวกัน
- 5.2 ชุดจอแสดงผลแจ้งเตือนการใช้เสียงเกินที่กำหนดและส่งการแจ้งเตือนไปที่จอแสดงผลส่วนกลาง มีจำนวน ดังนี้
 - 5.2.1 ชุดจอแสดงผลแจ้งเตือนการใช้เสียงเกินที่กำหนดของ PICU จำนวน 16 ชุด
 - 5.2.2 จอแสดงผลส่วนกลางของ PICU จำนวน 1 ชุด
- 5.3 ผลิตภัณฑ์ได้รับมาตรฐานอย่างน้อย ดังต่อไปนี้ MDD 93/42/EEC, EN 60601-1, EN 60601-1-2, EN ISO 11197 , ISO 13485
- 5.4 เป็นของใหม่ไม่เคยใช้ที่ไหนมาก่อน
- 5.5 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกาหรือยุโรปตะวันตก

ส่วนที่ 2

งานอุปกรณ์ทางการแพทย์ พื้นที่ CCU

รายละเอียด

ชุดศูนย์รวมอุปกรณ์ทางการแพทย์ พร้อมหัวจ่ายก๊าซและเตารับปลั๊กเสียบไฟฟ้า
ชนิดติดตั้งเพดานแบบคานรางเลื่อน สำหรับห้องผู้ป่วยวิกฤต CCU

1. ความต้องการ

ชุดศูนย์รวมอุปกรณ์ทางการแพทย์ชนิดติดตั้งเพดานแบบคานพร้อมรางเลื่อน ติดตั้งสำเร็จพร้อมใช้สำหรับห้องผู้ป่วยวิกฤต CCU

2. วัตถุประสงค์ในการใช้งาน

ใช้วางอุปกรณ์ทางการแพทย์ และใช้งานระบบก๊าซทางการแพทย์จากหัวจ่ายก๊าซ และเตารับปลั๊กเสียบไฟฟ้า พร้อมช่องเปิด สำหรับการรับสัญญาณ (RJ 45) เพื่อความสะดวกและเหมาะสมในการดูแลรักษาพยาบาลผู้ป่วยวิกฤต CCU จำนวน 6 เตียง หรือตามที่ระบุในแบบ

3. คุณสมบัติทั่วไป

3.1 เป็นชุดชั้นวางอุปกรณ์ทางการแพทย์ชนิดติดตั้งเพดานแบบคานพร้อมรางเลื่อน

3.2 ประกอบด้วยชั้นวางอุปกรณ์ทางการแพทย์ จำนวนอย่างน้อย 1 ด้าน สำหรับ เครื่องช่วยหายใจ, Monitor, และสำหรับ เครื่องให้สารละลาย Infusion Pump, Syringe Pump

3.3 โครงสร้างภายในคานพร้อมรางเลื่อน เป็นทางเดินของสายไฟฟ้า สายสัญญาณและ/หรือท่อส่งก๊าซห่อหุ้ม ปิดมิดชิด โครงสร้างทั่วไปเป็นโลหะเคลือบสี ผิดสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต

3.4 มีหัวจ่ายแก๊สทางการแพทย์ เตารับเสียบไฟฟ้า ช่องเปิดสำหรับการรับสัญญาณ (RJ 45) ติดตั้งสำเร็จอยู่บนคอล์มน์ เพื่อสะดวกต่อการใช้งานร่วมกับเครื่องมือแพทย์

3.5 มีชั้นวางอุปกรณ์ ลินชักเก็บของ แขนจับยึดเสาชวนเครื่องให้สารละลาย

4. คุณสมบัติทางเทคนิค

ชุดศูนย์รวมอุปกรณ์ทางการแพทย์ชนิดติดตั้งเพดานแบบคานพร้อมรางเลื่อน สำหรับ CCU

4.1 เป็นชุดชั้นวางอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ประกอบด้วย คานพร้อมรางเลื่อนมีความยาวไม่น้อยกว่า 2,800 มม.

4.2 ยึดติดโครงสร้างอาคารด้วยเสา จำนวนอย่างน้อย 2 เสา อยู่ห่างกันที่ระยะไม่น้อยกว่า 1 เมตร แต่ละเสาสามารถรับ น้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 250 กิโลกรัม

4.3 ภายในคานเป็นทางเดินของสายไฟฟ้า สายสัญญาณ และท่อส่งก๊าซห่อหุ้มปิดมิดชิด ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจาก โรงงานผู้ผลิต

4.4 ไฟส่องสว่าง (Reading / Examination light) ด้วยหลอดไฟ LED ด้านหน้าของรางเลื่อน จำนวน 1 ชุด

4.5 ไฟส่องสว่าง (Indirect light) ด้วยหลอดไฟ LED ด้านหน้าของรางเลื่อนสามารถปรับสีของแสงได้สามโทนสีด้วยระบบ ควบคุมแบบสัมผัส daylight, cool white, warm white จำนวน 1 ชุด

4.6 มีชุดก้านยึดสำหรับติดตั้งคอล์มน์และชั้นวางอุปกรณ์ มีจำนวน 2 ด้าน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.6.1 ด้านที่ 1 สำหรับติดตั้งชั้นวางอุปกรณ์ Monitor และเครื่องช่วยหายใจ (Dry Side)

- มีก้านยึด (Shuttle) ติดตั้งสำหรับติดตั้งคอล์มน์รูปทรงสี่เหลี่ยมแนวตั้ง (column) ด้านล่าง สามารถ เลื่อนตามรางได้ไม่น้อยกว่า 500 มม. โดยควบคุมด้วยระบบ Auto Braking Bars (ABB) เป็น ระบบเบรกที่ใช้มือเดียวในการควบคุมการหยุดนิ่ง

- คอลัมน์รูปทรงเหลี่ยมแนวตั้ง (Column) ทำด้วยโลหะปลอดสนิมรูปทรงสี่เหลี่ยม ความยาวไม่น้อยกว่า 800 มม. มีช่องสำหรับติดตั้งหัวจ่ายก๊าซทางการแพทย์ เติ้ารับปลั๊กไฟฟ้า และช่องเปิดสำหรับการรับสัญญาณ (RJ 45) ด้านหน้า คอลัมน์สามารถ ติดตั้งชั้นวางอุปกรณ์
- สามารถรองรับน้ำหนักอุปกรณ์และเครื่องมือแพทย์บนคอลัมน์ (Column) ได้อีก 200 กิโลกรัม (Live Load / Max. Load) ซึ่งการรับน้ำหนักดังกล่าวได้หักน้ำหนักของคอลัมน์ (Dead Load) ออกแล้ว
- ชุดคอลัมน์ (Column) สามารถปรับหมุนได้ 340 องศา และปรับหยุดนิ่งด้วยระบบ Adjustable friction brake
- มีชั้นวางทำด้วยโลหะเคลือบสี พร้อมรางสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ด้านข้างทั้ง 2 ด้าน โดยชั้นวางสามารถรองรับน้ำหนักได้ 80 กิโลกรัม ชั้นวางสามารถถอดเปลี่ยน และปรับระดับได้ จำนวน 1 ชั้น
- มีชั้นวางพร้อมลิ้นชักทำด้วยโลหะเคลือบสี พร้อมรางสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ด้านข้างทั้ง 2 ด้าน โดยชั้นวางสามารถรองรับน้ำหนักได้ 50 กิโลกรัม ภายในลิ้นชักสามารถรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 10 กิโลกรัม เมื่อดันปิดลิ้นชักจะมีระบบดูดลิ้นชักให้ปิดสนิท โดย ปราศจากเสียงดังและการกระแทก จำนวน 1 ชั้น
- มีจำนวนหัวจ่ายก๊าซทางการแพทย์ ดังต่อไปนี้

หัวจ่ายออกซิเจน (Oxygen outlet)	จำนวน 2 ชุด
หัวจ่ายอากาศอัด (Air outlet)	จำนวน 1 ชุด
หัวจ่ายสุญญากาศ (Vacuum outlet)	จำนวน 2 ชุด
- หัวจ่ายก๊าซออกซิเจน อากาศอัดทางการแพทย์ สุญญากาศ เป็นชนิดเดียวกับหัวจ่ายแก๊สทางการแพทย์ที่ทางโรงพยาบาลมีใช้อยู่
- เติ้ารับปลั๊กไฟฟ้า
- มีช่องเปิดสำหรับรับสัญญาณ (RJ45)
- แขนจับยึดเสาแขวนเครื่องมือให้สารละลายชนิด 2 ท่อน
- มีเสาแขวนสารละลายทำจาก สแตนเลส แบบปรับระดับและหมุนได้อิสระ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม. ยาว 1,000 มม.

(2) ด้านที่ 2 สำหรับติดตั้งชั้นวางอุปกรณ์ เครื่องให้สารละลาย (Wet Side)

- มีมีก้านยึด (Shuttle) ติดตั้งสำหรับติดตั้งคอลัมน์รูปทรงสี่เหลี่ยมแนวตั้ง(column)ด้านล่าง สามารถเลื่อนตามรางได้ไม่น้อยกว่า 500 มม. โดยควบคุมด้วยระบบ Auto Braking Bars (ABB) เป็นระบบเบรกที่ใช้มือเดียวในการควบคุมการหยุดนิ่ง
- คอลัมน์ทำด้วยโลหะปลอดสนิมรูปทรงสี่เหลี่ยม ขนาดยาว 1,000 มม. โครงด้านข้างมีช่องสำหรับติดตั้งหัวจ่ายก๊าซทางการแพทย์ เติ้ารับปลั๊กไฟฟ้า และช่องเปิดสำหรับรับสายสัญญาณ
- สามารถรองรับน้ำหนักอุปกรณ์และเครื่องมือแพทย์หน้าคอลัมน์ (Column) ได้อีก 200 กิโลกรัม (Live Load / Max. Load) ซึ่งการรับน้ำหนักดังกล่าวได้หักน้ำหนักของ Column (Dead Load) ออกแล้ว
- ชุดคอลัมน์สามารถปรับหมุนได้ 340 องศา และปรับหยุดนิ่งด้วยระบบ Adjustable friction brake
- มีชั้นวางทำด้วยโลหะเคลือบสี พร้อมรางสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ด้านข้างทั้ง 2 ด้าน โดยชั้นวางสามารถรองรับน้ำหนักได้ 50 กิโลกรัม ชั้นวางสามารถถอดเปลี่ยนและปรับระดับได้ ภายในลิ้นชักสามารถรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 10 กิโลกรัม เมื่อดันปิดลิ้นชักจะมีระบบดูดลิ้นชักให้ปิดสนิท โดย ปราศจากเสียงดังและการกระแทก

จำนวน 1 ชั้น

- มีจำนวนหัวจ่ายก๊าซทางการแพทย์ ดังต่อไปนี้
 - หัวจ่ายออกซิเจน (Oxygen outlet) จำนวน 1 ชุด
 - หัวจ่ายอากาศอัด (Air outlet) จำนวน 1 ชุด
 - หัวจ่ายสุญญากาศ (Vacuum outlet) จำนวน 2 ชุด
- หัวจ่ายก๊าซออกซิเจน อากาศอัดทางการแพทย์ สุญญากาศ เป็นชนิดเดียวกับหัวจ่ายแก๊สทางการแพทย์ที่ทางโรงพยาบาลมีใช้อยู่
- เตารับปลั๊กไฟฟ้า จำนวน 6 ช่อง
- แขนจับยึดเสาแขวนเครื่องให้สารละลายชนิด 2 ท่อน จำนวน 2 ชุด
- มีเสาแขวนสารละลายทำจาก สแตนเลส แบบปรับระดับและหมุนได้อิสระ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม. ยาว 1,000 มม. จำนวน 2 ชุด
- สายต่อเพิ่มระยะนำแก๊สออกซิเจนพร้อมชุดจับยึดอุปกรณ์กับราง จำนวน 1 ชุด
- สายต่อเพิ่มระยะนำสุญญากาศพร้อมชุดจับยึดอุปกรณ์กับราง จำนวน 2 ชุด

5. เงื่อนไขเฉพาะ

- 5.1 เป็นชุดศูนย์รวมอุปกรณ์การแพทย์ซึ่งประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต พร้อมอุปกรณ์ประกอบการใช้งานที่มาจากโรงงานผู้ผลิตเดียวกัน
- 5.2 ชุดจอแสดงผลแจ้งเตือนการใช้เสียงเกินที่กำหนดและส่งการแจ้งเตือนไปที่จอแสดงผลส่วนกลาง มีจำนวน ดังนี้
 - 5.2.1 ชุดจอแสดงผลแจ้งเตือนการใช้เสียงเกินที่กำหนดของ CCU จำนวน 3 ชุด
 - 5.2.2 จอแสดงผลส่วนกลางของ CCU จำนวน 1 ชุด
- 5.3 ผลิตภัณฑ์ได้รับมาตรฐานอย่างน้อย ดังต่อไปนี้ MDD 93/42/EEC, EN 60601-1, EN 60601-1-2, EN ISO 11197 , ISO 13485
- 5.4 เป็นของใหม่ไม่เคยใช้ที่ไหนมาก่อน
- 5.5 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกาหรือยุโรปตะวันตก

ส่วนที่ 3

งานเครื่องฟอกอากาศกำจัดเชื้อจุลินทรีย์แบบเหนี่ยวนำอิเล็กตรอน

เครื่องฟอกอากาศกำจัดเชื้อจุลินทรีย์แบบเหนี่ยวนำอิเล็กตรอน
สำหรับพื้นที่ห้องขนาดไม่เกิน 80 ลูกบาศก์เมตร

1. วัตถุประสงค์
 - 1.1 เป็นเครื่องฟอกอากาศกำจัดเชื้อจุลินทรีย์แบบเหนี่ยวนำอิเล็กตรอน
 - 1.2 สามารถกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคต่างๆ เช่น แบคทีเรีย, ไวรัส และ เชื้อรา ในอากาศได้
 - 1.3 สามารถกำจัดก๊าซไอระเหย VOCs (Volatile Organic Compounds)
2. คุณสมบัติทั่วไป
 - 2.1 ตัวเครื่องสามารถติดตั้งกับผนังหรือเพดานของห้องได้
 - 2.2 เป็นระบบการฆ่าเชื้อในอากาศแบบไม่ใช้ไส้กรองอากาศ ดักหรือเก็บเชื้อโรคไว้ที่ไส้กรอง

- 2.3 เป็นระบบที่ไม่มีการผลิตหรือปล่อยก๊าซโอโซน ออกมาสู่บริเวณที่ทำการติดตั้งเครื่องฟอกอากาศกำจัดก๊าซโอโซน และเชื้อจุลินทรีย์
 - 2.4 สามารถดูดอากาศที่ปนเปื้อนภายในพื้นที่ เพื่อทำการกำจัดก๊าซโอโซน และเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆที่ก่อให้เกิดโรค ก่อนที่จะปล่อยอากาศสะอาดออกจากเครื่อง
 - 2.5 เครื่องผ่านการรับรองมาตรฐานจาก FDA ของสหรัฐอเมริกา
 - 2.6 สามารถกำจัดก๊าซโอโซน เช่น Ethylene Gas, Formaldehyde และ VOCs อื่นๆ ได้
 - 2.7 สามารถกำจัดเชื้อที่ติดต่อทางอากาศ เช่น airborne microorganisms ได้แก่ เชื้อ Viruses เช่น H1N1, SARS, เชื้อ Bacteria เช่น Anthrax spores, fungi and mold spores, mycotoxin, dust mites, antibiotic resistant รวมถึง allergens อื่นๆ ได้
3. คุณลักษณะทางเทคนิค
- 3.1 ตัวเครื่องมีขนาดความกว้าง 525 มม. ความยาว 465 มม. ความหนา 115 มม.สามารถติดตั้งใช้งานโดยประหยัดพื้นที่ติดตั้งและสะดวกแก่ผู้ปฏิบัติงานในห้องนั้นๆ
 - 3.2 สามารถฟอกอากาศเพื่อกำจัดโอโซนและเชื้อจุลินทรีย์ในพื้นที่ที่มีปริมาตร 80 ลูกบาศก์เมตร
 - 3.3 ระบบการกำจัดก๊าซโอโซนและเชื้อจุลินทรีย์เป็นแบบไม่ใช้ไส้กรองอากาศดักจับก๊าซหรือเชื้อโรคโดยมีห้องเฉพาะที่ทำการกำจัดก๊าซโอโซน และเชื้อจุลินทรีย์แบบทำการกระจายแสง 254 นาโนเมตรกระตุ้นสารไททาเนียมออกไซด์ที่เคลือบอยู่บนผิวของหลอดแก้ว ทำให้เกิดสารไฮดรอกซิลเรดิคัล ($\cdot\text{OH}$) ที่มีคุณสมบัติในการเหนี่ยวนำอิเล็กตรอนจากก๊าซโอโซนหรือเชื้อโรค แล้วเปลี่ยนโครงสร้างทางชีวภาพ (Bioconversion) ทำให้กำจัดก๊าซโอโซน VOCs หรือฆ่าเชื้อโรคได้
 - 3.4 กระบวนการกำจัดก๊าซโอโซน และเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดจะต้องไม่ทำให้เกิดสารโอโซน ขึ้นภายในพื้นที่ที่ปฏิบัติการของเครื่อง และสามารถทำงานได้โดยไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่นั้น
 - 3.5 ตัวเครื่องสามารถกำจัดก๊าซโอโซน และเชื้อจุลินทรีย์ได้สะดวกโดยไม่ต้องทำความสะอาดภายในระบบของตัวเครื่อง
 - 3.6 เป็นระบบกำจัดก๊าซโอโซน และเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพสูงแต่ใช้กำลังไฟฟ้า 73 วัตต์
 - 3.7 มีเสียงขณะที่เครื่องปฏิบัติงานดังไม่เกิน 42 เดซิเบล
 - 3.8 ตัวเครื่องสามารถติดตั้งที่ผนัง หรือเพดานได้สะดวก
 - 3.9 ใช้ไฟฟ้า 220 โวลท์ 50 เฮิรตซ์
 - 3.10 อัตราการใช้กระแสไฟฟ้า 1.0 แอมแปร์
4. เงื่อนไขเฉพาะ
- 4.1 ผู้ขายรับรองว่าสิ่งของที่ขายให้ตามสัญญาเป็นของแท้ไม่เป็นของเก่าเก็บและมีคุณภาพคุณสมบัติไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้
 - 4.2 บริษัทผู้ขายส่งมอบสินค้าพร้อมติดตั้งให้แล้วเสร็จภายใน 90 วันนับจากวันที่ลงนามในสัญญาซื้อขาย
 - 4.3 ผู้จำหน่ายรับประกันการบริการและอะไหล่ทุกชิ้นโดยไม่คิดราคาเป็นเวลา 1 ปีนับจากวันส่งมอบ
 - 4.4 ผู้ขายมอบส่ง Operating Manual, Wiring Diagram พร้อมทั้งคู่มือการบำรุงรักษาเครื่อง จำนวน 2 ชุด (ภาษาไทย 1ชุด,ภาษาอังกฤษ 1ชุด) ทันทีเมื่อส่งมอบและสอนการใช้งานแล้วเสร็จ
 - 4.5 มีเอกสารหรือหลักฐานการรับรองมาตรฐานจาก FDA ของสหรัฐอเมริกาหรือเทียบเท่า
 - 4.6 บริษัทมีหลักฐานแสดงว่าเป็นผู้แทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์ดังกล่าว
 - 4.7 ผู้จำหน่ายต้องแนะนำการใช้ และสอนการแก้ไขเบื้องต้น ให้ใช้การได้แก่เจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบและผู้ปฏิบัติงานจนสามารถปฏิบัติได้

เครื่องฟอกอากาศกำจัดเชื้อจุลินทรีย์แบบเหนียวน้ำอิเล็กทรอนิกส์
สำหรับพื้นที่ห้องขนาดไม่เกิน 700 ลูกบาศก์เมตร

1. วัตถุประสงค์
 - 1.1 เป็นเครื่องฟอกอากาศกำจัดและเชื้อจุลินทรีย์แบบเหนียวน้ำอิเล็กทรอนิกส์
 - 1.2 สามารถกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคต่างๆ เช่น แบคทีเรีย, ไวรัส และ เชื้อรา ในอากาศได้
 - 1.3 สามารถกำจัดก๊าซไอระเหย VOCs (Volatile Organic Compounds)
2. คุณสมบัติทั่วไป
 - 2.1 ตัวเครื่องสามารถติดตั้งกับผนังห้องหรือเพดานของห้องได้
 - 2.2 เป็นระบบการฆ่าเชื้อในอากาศแบบไม่ใช้ไส้กรองอากาศ ดักหรือเก็บเชื้อโรคไว้ที่ไส้กรอง
 - 2.3 เป็นระบบที่ไม่มีการผลิตหรือปล่อยก๊าซโอโซน ออกมาสู่บริเวณที่ทำการติดตั้งเครื่องฟอกอากาศกำจัดก๊าซไอระเหย และเชื้อจุลินทรีย์
 - 2.4 สามารถดูดอากาศที่ปนเปื้อนภายในพื้นที่เพื่อกำจัดก๊าซไอระเหยและเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ ที่ก่อให้เกิดโรค ก่อนที่จะปล่อยอากาศสะอาดออกจากเครื่อง
 - 2.5 ผ่านการรับรองมาตรฐานจาก FDA ของสหรัฐอเมริกา
 - 2.6 สามารถกำจัดก๊าซไอระเหย เช่น Ethylene Gas, Formaldehyde และ VOCs อื่นๆ ได้
 - 2.7 สามารถกำจัดเชื้อที่ติดต่อทางอากาศ เช่น airborne microorganisms ได้แก่ viruses เช่น H1N1, SARS, bacteria เช่น Anthrax spores, fungi and mold spores, mycotoxin, dust mites, antibiotic resistant และ allergens อื่นๆ ได้
3. คุณสมบัติทางเทคนิค
 - 3.1 ตัวเครื่องมีขนาดความกว้าง 581 มม. ความยาว 720 มม. ความหนา 116 มม. สามารถติดตั้งใช้งานโดยประหยัดพื้นที่ติดตั้งสะดวกแก่ผู้ปฏิบัติงานในห้องนั้นๆ
 - 3.2 สามารถฟอกอากาศเพื่อกำจัดไอระเหยและเชื้อจุลินทรีย์ในพื้นที่ที่มีปริมาตร 350 ลูกบาศก์เมตร
 - 3.3 ระบบการกำจัดก๊าซไอระเหยและเชื้อจุลินทรีย์เป็นแบบไม่ใช้ไส้กรองอากาศดักจับก๊าซหรือเชื้อโรคในห้องที่ทำการกำจัดก๊าซไอระเหยและเชื้อจุลินทรีย์แบบใช้หลอด UVGI ในการกระจายแสง 254 นาโนเมตรกระตุ้นสารไททาเนียมออกไซด์ที่เคลือบอยู่บนผิวของหลอดแก้ว ทำให้เกิดสารไฮดรอกซิลเรดิคัล ($\cdot\text{OH}$) ที่มีคุณสมบัติในการเหนียวน้ำอิเล็กทรอนิกส์จากก๊าซไอระเหยหรือเชื้อโรค แล้วเปลี่ยนโครงสร้างทางชีวภาพ (Bioconversion) ทำให้กำจัดก๊าซไอระเหย VOC หรือฆ่าเชื้อโรคได้
 - 3.4 กระบวนการกำจัดก๊าซไอระเหยและเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดจะต้องไม่ทำให้เกิดสารโอโซนขึ้นภายในพื้นที่ที่ปฏิบัติการของเครื่องและสามารถทำงานได้ โดยไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่นั้น
 - 3.5 ตัวเครื่องสามารถทำกำจัดก๊าซไอระเหยและเชื้อจุลินทรีย์ได้สะดวกโดยไม่ต้องทำความสะอาดภายในระบบของตัวเครื่อง
 - 3.6 เป็นระบบกำจัดก๊าซไอระเหยและเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพสูงแต่ใช้กำลังไฟฟ้า 214 วัตต์
 - 3.7 มีเสียงขณะที่เครื่องปฏิบัติงานดัง 46 เดซิเบล
 - 3.8 ทำให้สามารถติดตั้งที่ผนัง หรือเพดานได้สะดวก
 - 3.9 ใช้ไฟฟ้า 220 โวลท์ 50 เฮิรตซ์
 - 3.10 อัตราการใช้กระแสไฟฟ้า 2.5 แอมแปร์

4. เงื่อนไขเฉพาะ

- 4.1 ผู้ขายรับรองว่าสิ่งของที่ขายให้ตามสัญญาเป็นของแท้ไม่เป็นของเก่าเก็บและมีคุณภาพคุณสมบัติไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้
- 4.2 บริษัทผู้ขายส่งมอบสินค้าพร้อมติดตั้งให้แล้วเสร็จภายใน 90 วันนับจากวันที่ลงนามในสัญญาซื้อขาย
- 4.3 ผู้จำหน่ายรับประกันการบริการและอะไหล่ทุกชิ้นโดยไม่คิดราคาเป็นเวลา 1 ปีนับจากวันส่งมอบ
- 4.4 ผู้ขายมอบส่ง Operating Manual, Wiring Diagram พร้อมทั้งคู่มือการบำรุงรักษาเครื่อง จำนวน 2 ชุด (ภาษาไทย 1 ชุด,ภาษาอังกฤษ 1 ชุด) ทันทีเมื่อส่งมอบและสอนการใช้งานแล้วเสร็จ
- 4.5 มีเอกสารหรือหลักฐานการรับรองมาตรฐานจาก FDA ของสหรัฐอเมริกาหรือเทียบเท่า
- 4.6 บริษัทมีหลักฐานแสดงว่าเป็นผู้แทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์ดังกล่าว
- 4.7 ผู้จำหน่ายต้องแนะนำการใช้และสอนการแก้ไขเบื้องต้นให้ใช้งานได้แก่เจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบและผู้ปฏิบัติงานจนสามารถปฏิบัติได้

งานพ่นกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ ด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ชนิดความเข้มข้นไม่เกิน 8% สำหรับพื้นที่แผนก CCU และ PICU

1. วัตถุประสงค์การดำเนินงานและปฏิบัติการ

- 1.1 ต้องการจัดเตรียมพื้นที่ในแผนก ให้มีความปราศจากเชื้อโดยการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นไม่เกินกว่า 8% ในการทำให้ พื้นผิว ผนัง เพดาน อุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งอากาศภายในห้องๆ ให้มีความปลอดจากเชื้อโรคต่างๆ ที่ไม่ต้องการให้มีอยู่ในห้องต่างๆและทำให้มีประสิทธิภาพการในการใช้งานต่อไป
- 1.2 ต้องมีการแสดงประสิทธิภาพการกำจัดเชื้อด้วยการวาง ตัวตรวจสอบทางชีวภาพ (Bacillus Stearothermophilus 6 log)
- 1.3 การพ่นกำจัดเชื้อต้องไม่ทำความเสียหายหรือเกิดการกัดกร่อนกับพื้นผิวของพื้น,ผนังด้านในและพื้นผิววัสดุอุปกรณ์ต่างๆ
- 1.4 การใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นไม่เกินกว่า 8% เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายต่อพื้นผิววัสดุอุปกรณ์ หรือสีผนังห้อง และต้องไม่มีส่วนผสมของสารโลหะหนัก และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่ใช้ในการพ่นกำจัดเชื้อต้องใช้ ชนิด Food Grade

2. การดำเนินการและปฏิบัติงาน

- 2.1 ทำการวางตัวตรวจสอบทางชีวภาพ Biological Indicator (Bacillus Stearothermophilus 6 log)ภายในห้องต่างๆ ของแผนก PICU ,NICU และ CCU รวมแล้วไม่น้อยกว่า 240 จุด
- 2.2 ทำการพ่นกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ภายในภายในห้องต่างๆของแผนก PICU ,NICU และ CCU โดยทำการพ่นกำจัด เชื้อจุลินทรีย์ที่พื้นผิวของผนัง,พื้นและอุปกรณ์ต่างๆที่อยู่ในห้องต่างๆ
- 2.3 หลังจากทำการพ่นกำจัดเชื้อแล้วทำการเก็บตัวตรวจสอบทางชีวภาพ Biological Indicator (Bacillus Stearothermophilus 6 log)ภายในห้องต่างๆของแผนก PICU ,NICU และ CCU ตรวจวิเคราะห์ผลประสิทธิภาพการ กำจัดเชื้อ
- 2.4 ทางผู้รับจ้างจะต้องทำการตรวจวัดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่หลงหลังจากเสร็จสิ้นขบวนการพ่นกำจัดเชื้อว่ามีความ ปลอดภัยที่จะไม่เป็นอันตราย

3. การรายงานผลการดำเนินงาน

ผู้รับจ้างต้องส่งรายงานผลการตรวจสอบตัวตรวจสอบทางชีวภาพ(Bacillus Stearothermophilus 6log) ทั้งหมดไม่น้อยกว่า 240 จุด ให้กับทางผู้ว่าจ้างโดยหน่วยงานกลางที่ทำการออกผลการตรวจเชื้อตัวตรวจสอบทางชีวภาพโดยต้องเป็นหน่วยงานที่มีความน่าเชื่อถือและมีการประสบการณ์ในการตรวจเชื้อรับรองผลให้กับผู้รับจ้างและจะต้องได้รับรองมาตรฐานหน่วยระดับ ISO

9001 หรือห้องปฏิบัติการที่ผ่านการรับรองมาตรฐาน GLP (Good Laboratory Practice) กับกรมวิทยาศาสตร์ ให้กับทางโรงพยาบาลเป็นอย่างน้อย

4. การชี้วัดประสิทธิภาพการดำเนินการ

4.1 ผลการกำจัด ตัวตรวจสอบทางชีวภาพ (Bacillus Stearothermophilus 6log) ต้องไม่มีการตรวจพบทุกจุด

4.2 ในกรณีที่มีการตรวจพบว่า ตัวตรวจสอบทางชีวภาพ (Bacillus Stearothermophilus 6log) ไม่ผ่านทางผู้รับจ้างต้องทำการพ่นกำจัดเชื้อใหม่ที่ห้องหรือจุดที่ตรวจพบใหม่

หมวด 13
ตารางรายการวัสดุและอุปกรณ์ประกอบ

หมวดงานก่อและวัสดุก่อ				
ลำดับ	งาน	ขนาด/รุ่น	ผลิตภัณฑ์	ชื่อผู้แทนจำหน่าย/ผู้ผลิต
1	ปูนซีเมนต์ผสม			บริษัท ปูนซีเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน) บริษัท ปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด (มหาชน) บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)
2	ปูนซีเมนต์สำเร็จรูป		เสียมอร์ต้า อินทรีย์มอร์ต้า ทีพีไอ	บริษัท สยามมอร์ต้า จำกัด บริษัท ปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด (มหาชน) บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)
4	อิฐมวลเบา และปูนก่อบนมวลเบา		Q-Con CPAC Super Block	บ. ควอลิตี้คอนสตรัคชั่นโปรดักส์ จก. (มหาชน) บริษัท สยามซีแพคบล็อก จำกัด บริษัท ชูเปอร์บล็อก จำกัด (มหาชน)
หมวดงานโลหะ (ในงานสถาปัตยกรรม)				
1	เหล็กรูปพรรณรีดร้อน-เย็น	ตามแบบ ตามแบบ ตามแบบ	SYS บลส. SMP	บริษัท เหล็กสยามยามาโตะ จำกัด บริษัท ทา ทา สตีล (ประเทศไทย) จก. บริษัท สยาม เมททอล โปรดักส์ จำกัด
2	สแตนเลส	ตามแบบ ตามแบบ ตามแบบ	SMP TUCC Thai-nox	บริษัท สยาม เมททอล โปรดักส์ จำกัด บริษัท ไทยยูนิคคอสส์เซ็นเตอร์ จก. (มหาชน) บริษัท ไทยน็อกส์สแตนเลส จก. (มหาชน)
3	โครงเคร่าเหล็กชุบสังกะสี	ตามแบบ ตามแบบ ตามแบบ	ตราช้าง Arcon Type BSM	บริษัท สยามอุตสาหกรรมยิปซัม จำกัด บริษัท อาร์คอน เอ็นจิเนียริง จำกัด บริษัท บิวเดอร์สมาร์ท จำกัด (มหาชน)
4	งานอลูมิเนียมตกแต่ง	ตามแบบ ตามแบบ ตามแบบ	MVP. 4 Stars I-Bond Alloy	บริษัท เอ็ม วี พี ไฟว์สตาร์ จำกัด บริษัท เอส วัน พลัส ซัพพลาย จำกัด บริษัท บิวเดอร์สมาร์ท จำกัด (มหาชน)

หมวดงานไม้และพลาสติก				
1	ไม้อัด	ตามแบบ ตามแบบ ตามแบบ	บางนา เข้มทิศ Metro-ply	บริษัท ไม้อัดไทย จำกัด บริษัท สินเจริญ วิเนียร์ แอนด์ พลายวูด จำกัด บริษัท เมโทรพาลเนล จำกัด
2	ไฟเบอร์ซีเมนต์บอร์ด และไม้สังเคราะห์	ตามแบบ ตามแบบ ตามแบบ	Shera Smart Board Conwood	บริษัท มหพันธ์ไฟเบอร์ซีเมนต์ จำกัด (มหาชน) บริษัท กระเบื้องกระดาศไทย จำกัด บริษัท คอนวูด จำกัด
3	แผ่นลามิเนต	ตามแบบ ตามแบบ ตามแบบ	Formica Wilsonart Formwell	บริษัท ฟอริไมก้า (ประเทศไทย) จำกัด บริษัท วิลสันอาร์ท (ประเทศไทย) จำกัด บริษัท ฟอรัมเวลโปรดักส์ (ประเทศไทย)
4	หินสังเคราะห์	ตามแบบ ตามแบบ ตามแบบ	Quarella T-Plus Corain	บริษัท ควอเรลล่า (ประเทศไทย) จำกัด บริษัท ที-พลัส มาร์เก็ตติ้ง จำกัด บริษัท ไทย-เยอรมัน สเตียลตี้ กลาส จำกัด
หมวดงานป้องกันความร้อนและความชื้น				
ลำดับ	งาน	ขนาด/รุ่น	ผลิตภัณฑ์	ชื่อผู้แทนจำหน่าย/ผู้ผลิต
1	ระบบกันซึม	ตามแบบ ตามแบบ ตามแบบ	Prima Polytech Pro-Act PROBUILD	บริษัท พรีเม่า โพลีเทค จำกัด บริษัท โปร-แอ็ค มาร์เก็ตติ้งกรุ๊ป จำกัด บริษัท โปรบิลด์ ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด
2	ฉนวนกันความร้อน	ตามแบบ ตามแบบ ตามแบบ	Ecobatt ตราช้าง BSM	บริษัท เฟลเท็ค แมนูแฟคเจอร์ จำกัด บริษัท สยามไฟเบอร์กลาส จำกัด บริษัท บิวเดอร์ส มาร์เก็ตติ้ง บิวิชั่น เซ็นเตอร์
3	เหล็กรีดลอน (Metal Sheet)	ตามแบบ ตามแบบ ตามแบบ	Lysaght Lucky Metal Building	บริษัท บลูสโคป โลสจาร์ (ประเทศไทย) บริษัท ศูนย์บริการเหล็กสยาม จำกัด บริษัท เมทัล บิวลดิ้ง (ประเทศไทย) จำกัด
4	ซิลิโคนยาแนว และวัสดุอุดยาแนว		Dow Corning Sealex Tremco	บริษัท เงินมาธุรกิจ จำกัด บริษัท อินโน-คอนส์ (ประเทศไทย) จำกัด บริษัท แม่น้ำมิตทอลซ์ฟลาย จำกัด
5	กาวซีเมนต์และยาแนว		ตราจระเข้ ตราตุ๊กแก Davco	บริษัท เซอร์รา-ซีเคียว จำกัด บริษัท เซนต์-โกเบน เวเบอร์ จำกัด บริษัท พาเร็กซ์กรุ๊ป จำกัด

หมวดงานประตุน้ำต่างและกระจก				
1	อลูมิเนียมเส้นหน้าต่าง	ตามแบบ ตามแบบ ตามแบบ	6063 T5 6063 T5 6063 T5	บริษัท เมืองทองอุตสาหกรรมอลูมิเนียม จำกัด บริษัท ไทยเม็ททอล จำกัด บริษัท ซิมเมอร์ เมทัลส์แดนดาร์ต จำกัด
2	ประตูไม้ขัด (สำเร็จรูป) และประตูใยไม้ขัดแข็ง (HDF)	ตามแบบ ตามแบบ ตามแบบ	ตราช้าง 3 เชือก Metro-Ply W	บริษัท ไม้ขัดไทย จำกัด บริษัท เมโทรพาลแนล จำกัด บริษัท วนชัย กรุ๊ป จำกัด (มหาชน)
3	งานประตูพีวีซี (สำเร็จรูป)	ตามแบบ ตามแบบ ตามแบบ	ตราช้าง SPV บาร์ติก	บริษัท เอสซีจี เน็ตเวิร์ค แมเนจเม้นท์ จำกัด บริษัท สยามพลาสทูด จำกัด บริษัท บาร์ติก โปรดักส์ แอนด์ เซลส์ จำกัด
4	อุปกรณ์ประตุน้ำต่าง	ตามแบบ ตามแบบ ตามแบบ ตามแบบ ตามแบบ	VVP Skulthai Alloy Dorma HAFELE	บริษัท วีวีพี มาร์เก็ตติ้ง จำกัด บริษัท สกุลไทย จำกัด บริษัท บิวเดอร์สมาร์ท จำกัด (มหาชน) บริษัท ไตตันโค อินเดียนชั่นแนล จำกัด บริษัท เฮเฟิ้ล (ประเทศไทย) จำกัด
5	กระจก	ตามแบบ ตามแบบ ตามแบบ	TGSG Guardian AGC	บริษัท ไทย-เยอรมัน สเปเชียลตี้ กลาส จำกัด บริษัท การ์เดียนอินดัสทรีส์ คอร์ป จำกัด บริษัท กระจกไทยอาซาฮี จำกัด (มหาชน)
งานตกแต่ง				
1	ยิปซัมบอร์ด	ตามแบบ ตามแบบ ตามแบบ	ตราช้าง Gyproc ตราเสือดำ	บริษัท สยามอุตสาหกรรมยิปซัม จำกัด บริษัท ไทยผลิตภัณฑ์ยิปซัม จำกัด (มหาชน) บริษัท ฮัสตัน อินเตอร์เทรด จำกัด
2	กระเบื้องเซรามิค	ตามแบบ ตามแบบ ตามแบบ	Cotto RCI Campana	บริษัท เซรามิคอุตสาหกรรมไทย จำกัด บริษัท โรแยล ซีรามิค อุตสาหกรรม จำกัด บริษัท ไทย-เยอรมัน เซรามิค อินดัสทรี จำกัด
3	กระเบื้องไวนิล (กระเบื้อง	ตามแบบ ตามแบบ ตามแบบ	Starflex Tarkett Amstrong	บริษัท ยูเนียนพรีฟเพอร์ตี จำกัด บริษัท คาซ่า รอคคา จำกัด บริษัท วิสแพค จำกัด

งานตกแต่ง				
ลำดับ	งาน	ขนาด/รุ่น	ผลิตภัณฑ์	ชื่อผู้แทนจำหน่าย/ผู้ผลิต
4	กระเบื้องพอร์ซเลน	ตามแบบ	Cotto	บริษัท เซรามิคอุตสาหกรรมไทย จำกัด
		ตามแบบ	RCI	บริษัท โรแยล ซีรามิค อุตสาหกรรม จำกัด
		ตามแบบ	Campana	บริษัท ไทย-เยอรมัน เซรามิค อินดัสทรี จำกัด
5	หินธรรมชาติ	ตามแบบ	-	บริษัท แกรนด์เมอเซียลท์ จำกัด
		ตามแบบ	-	บริษัท ศรีเจริญหินธรรมชาติ จำกัด
		ตามแบบ	-	บริษัท นครา หินอ่อนและแกรนิต จำกัด
6	สีทาภายใน-ภายนอก	ตามแบบ	TOA	บริษัท ที โอ เอ เฟ้นท์ (ประเทศไทย) จำกัด
		ตามแบบ	Beger	บริษัท เบเยอร์ จำกัด
		ตามแบบ	Pamastic	บริษัท บริติช เฟ้นท์ จำกัด
7	สีทาพื้นผิวหลัก	ตามแบบ	TOA	บริษัท ที โอ เอ เฟ้นท์ (ประเทศไทย) จำกัด
		ตามแบบ	Beger	บริษัท เบเยอร์ จำกัด
		ตามแบบ	Pamastic	บริษัท บริติช เฟ้นท์ จำกัด
8	สีทาพื้นผิวไม้	ตามแบบ	TOA	บริษัท ที โอ เอ เฟ้นท์ (ประเทศไทย) จำกัด
		ตามแบบ	Beger	บริษัท เบเยอร์ จำกัด
		ตามแบบ	N	บริษัท นิปปอนเฟ้นท์ ประเทศไทย จำกัด
9	สีทาพื้นผิวจราจร	ตามแบบ	TOA	บริษัท ที โอ เอ เฟ้นท์ (ประเทศไทย) จำกัด
		ตามแบบ	Beger	บริษัท เบเยอร์ จำกัด
		ตามแบบ	PPI	บริษัท พี พี ไอ จำกัด
10	สีฉาบคิ้ว	ตามแบบ	TOA	บริษัท ที โอ เอ เฟ้นท์ (ประเทศไทย) จำกัด
		ตามแบบ	Beger	บริษัท เบเยอร์ จำกัด
		ตามแบบ	SKK	บริษัท เอสเค คาเคน ประเทศไทย จำกัด
11	ร่องพิวซีดีสำเร็จรูป	ตามแบบ	Koeing	บริษัท ซี-ไฟว์ กรุ๊ป จำกัด
		ตามแบบ	Plasmax	บริษัท เอส แอล เอส อินเตอร์ซัพพลาย จำกัด
		ตามแบบ	Phitphisarn	บริษัท พิษณุพิศาลกรุ๊ป จำกัด
12	จุ่มบันไดพิวซีดีสำเร็จรูป	ตามแบบ	Starflex	บริษัท ยูเนี่ยนพร็อพเพอร์ตี้ จำกัด
		ตามแบบ	Koeing	บริษัท ซี-ไฟว์ กรุ๊ป จำกัด
		ตามแบบ	Plasmax	บริษัท เอส แอล เอส อินเตอร์ซัพพลาย จำกัด

งานก่อสร้างพิเศษ (ชิ้นส่วนสำเร็จรูป)				
1	ผนังกันห้องน้ำสำเร็จรูป	PU. Foam PU. Foam PU. Foam	Willy Korex Elite	บริษัท เวลคราฟท์ โปรดักส์ จำกัด บริษัท โคเร็กซ์ จำกัด บริษัท อีลิท ทอยเล็ท พาติชั่น จำกัด
2	สุขภัณฑ์	ตามแบบ ตามแบบ ตามแบบ	Cotto ASTD Star	บริษัท สยามซานิทารีแวร์ จำกัด บริษัท อเมริกันสแตนดาร์ด ปีแอนด์เค (ปท. จำกัด (มหาชน) บริษัท สตาร์ซานิทารีแวร์ จำกัด
3	อุปกรณ์ประกอบห้องน้ำ-ส้วม	ตามแบบ ตามแบบ ตามแบบ	Cotto ASTD Star	บริษัท สยามซานิทารีแวร์ จำกัด บริษัท อเมริกันสแตนดาร์ด ปีแอนด์เค (ปท. จำกัด (มหาชน) บริษัท สตาร์ซานิทารีแวร์ จำกัด

หมวด 14
งานวิศวกรรมระบบไฟฟ้าและสื่อสาร
GENERAL REQUIREMENTS

ส่วนที่ 1
ข้อกำหนดและความต้องการทางด้านเทคนิค

1. ขอบเขตของงาน

- 1.1 ขอบเขตของงานครอบคลุมถึงการจัดหา ติดตั้งและทดสอบเครื่องอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า ระบบสื่อสาร ระบบสัญญาณ และอื่น ๆ ซึ่งติดตั้งทั้งภายนอกและภายในอาคารดังแสดงไว้ในแบบ และข้อกำหนด เพื่อให้ได้งานสมบูรณ์และถูกต้อง
- 1.2 ระบบไฟฟ้า ระบบสื่อสาร ระบบสัญญาณและอุปกรณ์อำนวยความสะดวกประกอบด้วยรายการดังต่อไปนี้
- ก. สายสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูงและอุปกรณ์
 - ข. หม้อแปลงไฟฟ้า
 - ค. แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำและอุปกรณ์
 - ง. สายไฟฟ้าและอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า
 - จ. โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ
 - ฉ. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองและอุปกรณ์
 - ช. ระบบพลังงานไฟฟ้าฉุกเฉิน
 - ซ. ระบบไฟฟ้ากำลังและไฟฟ้าแสงสว่าง
 - ฅ. ระบบเสอาอากาศวิทยุ-โทรทัศน์รวม
 - ญ. ระบบเสียงและประกาศเรียก
 - ฎ. ระบบโทรศัพท์
 - ฏ. ระบบโทรทัศน์วงจรปิด
 - ฐ. ระบบต่อลงดิน
 - ฑ. ระบบป้องกันฟ้าผ่า
 - ฒ. ระบบควบคุมประตูเข้า - ออก
 - ณ. เครื่องสำรองไฟฟ้าฉุกเฉินและอุปกรณ์
 - ด. ระบบสายสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์
 - ต. ระบบเรียกพยาบาล
 - ถ. ระบบไฟฟ้าแบบแยกส่วน
 - ท. ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้
 - ธ. ระบบป้องกันไฟและควันลาม
 - น. ระบบและอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ตามที่กำหนดในแบบและข้อกำหนด
- 1.3 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ผู้รับจ้างทำการติดตั้งสายไฟฟ้าและสายสัญญาณไฟฟ้าทั่ว ๆ ไปโดยวิธีร้อยในท่อโลหะที่เหมาะสมตามระบุในแบบและรายละเอียดนี้
- 1.4 ความต้องการทั่วไปสำหรับผู้รับจ้างงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

- ก. ผู้รับจ้าง (Contractor) ต้องเป็นผู้ที่เคยติดตั้งระบบไฟฟ้าและสื่อสารสำหรับโรงพยาบาลมาแล้วไม่น้อยกว่า 2 (สอง) โครงการ และโครงการที่ติดตั้งทั้งหมดต้องสำเร็จตามความต้องการของเจ้าของโครงการเป็นอย่างดี พร้อมทั้งต้องมีใบรับรองจากเจ้าของโครงการยืนยัน
 - ข. หากผู้รับจ้างไม่มีคุณสมบัติดังระบุไว้ในข้อ ก. ผู้รับจ้างสามารถจัดหาผู้รับจ้างช่วง (Sub Contractor) ที่มีคุณสมบัติดังระบุไว้ในข้อ ก. ได้
- 1.5 ให้ผู้รับจ้างอำนวยความสะดวกแก่ผู้รับจ้างติดตั้งระบบการจัดการพลังงาน (Chiller Management System:CMS)

2. สถาบันมาตรฐาน

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นมาตรฐานทั่วไปของวัสดุ อุปกรณ์ การประกอบและการติดตั้งที่ระบุไว้ในแบบและรายละเอียดประกอบแบบเพื่อใช้อ้างอิงสำหรับงานตามสัญญาในโครงการนี้ให้ถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้.-

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

3. สถาบันตรวจสอบ

ในกรณีที่ต้องทดสอบคุณภาพ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้งานตามสัญญานี้ อนุมัติให้ทดสอบในสถาบันดังต่อไปนี้.-

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

ส่วนที่ 2

แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านออกแบบและสร้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ ซึ่งประกอบด้วย แผงสวิตช์ประธานไฟฟ้าปกติ (Main Distribution Board), แผงสวิตช์ประธานไฟฟ้าฉุกเฉิน (Main Essential Distribution Board) และแผงสวิตช์ไฟฟ้าทั่วไป (Distribution Board) ซึ่งแผงทั้งหลายเหล่านี้เป็นแบบตั้งพื้น (Floor Standing)

2. พิกัดของแผงสวิตช์

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้แผงสวิตช์ไฟฟ้าที่กล่าวถึง รวมทั้งวัสดุ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีการออกแบบ สร้างและทดสอบตาม NEMA, ANSI, IEC, DIN หรือ VDE Standard แต่ต้องไม่ขัดต่อระเบียบและมาตรฐานการไฟฟ้า ที่กำหนด โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังต่อไปนี้.-

Rated System Voltage	:	415/240 Volts
System Wiring	:	3-Phase, 4-Wire, Solid Grounded Neutral
Rated Frequency	:	50 Hz.
Rated Current	:	ตามระบุในแบบ
Rated Short-Time Withstand Current (0.5 Second)	:	ไม่น้อยกว่า Rated Short-Circuit Current ของ Main Circuit Breaker ที่ระบุในแบบ
Rated Peak Withstand Current	:	ไม่น้อยกว่า 2.83 เท่าของ Rated Short-Circuit Current ของ Main Circuit Breaker ที่ระบุในแบบ
Rated Insulation Level	:	600 Volts (Minimum)
Control Voltage	:	220-240 Volts (AC), (นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น)
Temperature Rise	:	25°C at Ambient Temp 40°C
Finishing	:	Enamel Paint

3. ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิตช์

3.1 ลักษณะของแผงสวิตช์ต้องจัดแบ่งออกเป็นส่วน ๆ (Vertical Section) มีความสมบูรณ์สามารถแยกจากกันเป็นอิสระได้โดยง่าย แต่แต่ละส่วนต้องมีขนาดอยู่ในช่วงที่กำหนดดังนี้.-

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

3.2 แผงสวิตช์แต่ละส่วน ต้องจัดแบ่งภายในออกเป็นช่อง ๆ (Compartment) อย่างน้อย 3 ช่องดังนี้.-

- ก. Circuit Breaker Compartment สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าต่าง ๆ
- ข. Busbars Compartment เป็นช่องสำหรับติดตั้ง Busbars ทั้ง Horizontal และ Vertical Busbars ปกติให้จัดอยู่ในส่วนหลังของแผงสวิตช์
- ค. Cable Compartment จัดไว้สำหรับเป็นช่องวางสายไฟฟ้ากำลัง (Power Cable) เข้า-ออกจากแผงสวิตช์

นอกจากนี้ในกรณีที่กำหนดให้มีอุปกรณ์ Metering & Control ต้องจัดให้มีส่วนของ Metering & Control Compartment อีกช่องหนึ่งสำหรับติดตั้งอุปกรณ์เครื่องวัดอุปกรณ์ป้องกันรวมทั้ง Terminal Block สำหรับต่อสายระบบควบคุมและสัญญาณเตือน โดยปกติช่องนี้จะจัดไว้ที่ส่วนบนของแผงสวิทช์

แต่ละช่องที่กล่าวแล้ว ต้องมีแผ่นวัสดุกันแยกกันไว้ เพื่อไม่ให้เกิดการสัมผัสถึงจากช่องหนึ่งไปยังอีกช่องหนึ่งได้โดยง่าย

- 3.3 โครงสร้างของแผงสวิทช์ ต้องเป็นแบบ Self-Standing Metal Structure โดยโครงสร้างที่เป็นส่วนเสริมความแข็งแรง ต้องเป็นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร ยึดกันอย่างแข็งแรงด้วยการเชื่อมและขันด้วย Bolt ส่วนฝาทุกด้านรวมทั้ง แผ่นกันช่องต้องเป็นแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร ทั้งนี้ฝาของแผง สวิทช์แต่ละด้านต้องเป็นไปตามกำหนด ดังนี้.-

- ก. ฝาด้านบน ให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ แบ่งอย่างน้อยเป็น 2 ชั้น โดยชั้นหนึ่งเป็นฝาปิดเฉพาะส่วน Cable Compartment ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิทช์ด้วยสกรู หรือน็อต ขนาดและจำนวนเหมาะสมให้มีความแข็งแรง
- ข. ฝาด้านล่างให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบ การแบ่งชั้นฝาและการยึดกับโครงสร้างแผงสวิทช์ให้มีลักษณะเช่นเดียวกับ ฝาด้านบน
- ค. ฝาด้านข้างทั้ง 2 ด้าน ให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบหรือพับขึ้นขอบรูปด้านละ 1 ชั้น ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิทช์ ด้วยสกรู หรือน็อต ขนาดและจำนวนที่เหมาะสมให้มีความแข็งแรง แต่ในกรณีที่ต้องใช้แผงสวิทช์หลายส่วน (Vertical Section) เรียงต่อกันให้ใช้ฝากั้นระหว่างส่วนเป็นแผ่นเหล็กเรียบแทน โดยมีช่องเจาะทะลุถึงกัน เพียงพอตามต้องการ
- ง. ฝาด้านหลังให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ มีด้านหนึ่งยึดกับโครงสร้างแผงสวิทช์ด้วย Removable Pin Hinges เพื่อความสะดวกในการเปิดและถอดฝา ส่วนอีกด้านหนึ่งให้เป็น Screw Lock หรือ Key Lock ยกเว้นกรณีที่ เป็นแผงสวิทช์ที่ไม่มีการตรวจหรือซ่อมบำรุง ด้านหลังให้ฝาด้านนี้เป็นเช่นเดียวกับฝาด้านข้าง
- จ. ฝาด้านหน้าให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ โดยมีด้านหนึ่งยึดด้วย Removable Pin Hinges ส่วนอีกด้านหนึ่ง เป็น Key Lock ฝาสำหรับ Metering & Control Compartment ให้แยกเป็นอีกฝาหนึ่ง
- ฉ. Degree of Protection ของตู้ไม่ต่ำกว่า IP 31 ตามมาตรฐาน IEC

- 3.4 การประกอบแผงสวิทช์ ต้องคำนึงถึงกรรมวิธีระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายในโดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติ ทั้งนี้อาจเจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝาด้านใดด้านหนึ่งหรือหลายด้านอย่างเพียงพอพร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (Insect Screen)

- 3.5 การป้องกันสนิมและการทาสี ให้เหล็กและแผ่นเหล็กทุกชิ้นที่ใช้เป็นเหล็กชุบ Electro-Galvanized หรือชุบป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่นที่เทียบเท่า หรือดีกว่าตามกำหนดในหมวดว่าด้วยการทาสีป้องกันการผุกร่อนและ รุหสสี

4. Circuit Breaker

- 4.1 Circuit Breaker ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน NEMA, ANSI, VDE หรือ IEC
- 4.2 Circuit Breaker ที่อยู่ภายใน System เดียวกันและต่อเนื่องกัน มีการทำงานตัดวงจร (Time-Current Curve) สัมพันธ์กัน (Co-Ordination) เพื่อให้ Circuit Breaker ที่อยู่ใกล้จุด Fault ทำงานตัดวงจรก่อน Circuit Breaker ทั้งหมด จึงควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน
- 4.3 Main Circuit Breaker เป็นแบบ Manual Operate พร้อม Spring-Assisted Closing Mechanism นอกจากนี้ในกรณีที่กำหนดให้เป็นแบบ Motor Operated จะต้อง มี Motor Operating Mechanism ด้วย
Main Circuit Breaker ต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ประกอบเพื่อทำงานตาม Function ต่าง ๆ อย่างน้อยดังนี้
- ก. Solid State Trip Unit สำหรับการทำงานดังนี้

- Overcurrent Protection
 - Ground-Fault Protection
 - Instantaneous Trip
 - Long Time Delay และ Short Time Delay Setting
- ข. Breaker Position Indicating Device สำหรับแสดงสถานะของ Circuit Breaker ว่าอยู่ในสถานะ “On”, “Off” หรือ “Isolated”
- ค. Local “On”/“Off” Push Button สำหรับ Manual Closing และ Tripping Circuit Breaker
- ง. ในกรณีที่ Circuit Breaker เป็นแบบ Draw-Out Type ต้องจัดให้มีการ Interlock ในลักษณะดังนี้คือ
- ตัว Circuit Breaker จะต้องไม่สามารถเสียบเข้าหรือดึงออกจาก Circuit Breaker นั้นอยู่ในตำแหน่ง “On” หรือ “Closed”
 - ตัว Circuit Breaker จะต้องไม่สามารถสับ “Close” ได้ นอกจากตัว Circuit Breaker นั้นจะเสียบเข้าอย่างดีแล้วหรืออยู่ในสถานะ “Isolated” หรือ “Withdrawn”
- จ. Shunt Trip Coil สำหรับการ Tripping ตัว Circuit Breaker และ Trip Circuit Healthy Lamp
- ฉ. Auxiliary Contacts สำหรับการทำให้ Interlock, Local Status Indication หรือ Control ทั้งนี้ให้ จัดเตรียม Spare ไว้ 50%
- ช. ให้จัดเตรียม Key Lock หรือ Pad Lock (ในกรณีที่กำหนดให้มี)
- ซ. อุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ที่จำเป็นต้องมีสำหรับการทำ Function ต่าง ๆ ตามที่กำหนดในข้อ กำหนดนี้หรือตามที่ระบุในแบบ
- 4.4 Feeder และ Sub-Feeder Circuit Breaker ต้องเป็น Molded Case Type, Toggle Operating Mechanism ทำงานด้วยระบบ Trip Free, Quick-Make, Quick-Break พร้อม Individual Thermal และ Electromagnetic Trip
- 4.5 ทั้ง Main Circuit Breaker, Feeder Circuit Breaker และ Sub-Feeder Circuit Breaker ต้องมีขนาด Rated Continuous Current และขนาด Rated Short Circuit Interrupting Capacity ตามที่กำหนดในแบบ ทั้งนี้ค่า Rated Short Circuit Interrupting Capacity ให้ใช้ค่าที่ระดับแรงดัน 415 VAC ตาม มาตรฐาน IEC
5. Automatic Main Capacitor Bank
- 5.1 Automatic Capacitor Bank สำหรับปรับค่า Power Factor ของระบบไฟฟ้า โดย Capacitor ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ IEC
- 5.2 พิกัดของ Automatic Main Capacitor Bank ต้องมีคุณสมบัติและสมรรถนะดังต่อไปนี้
- Type : Indoor (Dry Metallized Film)
 - Number of Phase : 3
 - Capacitor Rated Voltage : 480V
 - Rated Frequency : 50 Hz
 - Rated Output : ตามที่ระบุไว้ในแบบ
 - Switching Step : ตามที่ระบุไว้ในแบบ
 - Power Loss : $\leq 1 \text{ W/KVAR}$
 - Control Voltage : 220V
- 5.3 ความต้องการด้านการออกแบบและการสร้าง Capacitor Bank ต้องเป็นชนิดที่ประกอบด้วย Capacitor ย่อยหลาย ๆ ตัว ยึดรวมกันเข้าบนแผ่นโลหะพร้อมด้วยอุปกรณ์ควบคุม และประกอบกันเป็นชุด ติดตั้งภายในตู้เหล็กกันสนิมมีการระบายอากาศและการต่อลงดินเป็นอย่างดี อุปกรณ์ควบคุมประกอบด้วย

- ก. Fuse Protection ทุก Steps ของ Capacitor Bank
 - ข. Contractor แบบ Heavy Duty
 - ค. Discharge Coil (หรือเป็นแบบ Built in ใน Capacitor)
 - ง. KVAR Controller
 - จ. Power Factor Meter
 - ฉ. Indicating Lamp
 - ช. Automatic and Manual Switching Device
- 5.4 อุปกรณ์ควบคุมต้องติดตั้งอยู่ส่วนบนของแต่ละ Unit, Capacitor Bank ต้องเป็นแบบที่สามารถดัดแปลง และต่อเติมได้ โดยไม่มีผลต่อการทำงานของตัวอื่น ๆ Automatic Capacitor Bank ต้องประกอบสำเร็จและทดสอบคุณสมบัติและการทำงานมาแล้วจากโรงงานก่อนนำมาติดตั้ง
- 5.5 ในกรณีที่ชุด Capacitor Bank ไม่ได้ติดตั้งรวมอยู่ในแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ แต่ติดตั้งแยกอยู่ภายในแผง สวิตช์ต่างหาก โดยเฉพาะ ข้อกำหนดทางด้านการสร้างตัวแผงสวิตช์ของชุด Capacitor Bank ให้ถือเป็นเช่นเดียวกับข้อกำหนดการสร้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ
6. เครื่องวัดและอุปกรณ์
- 6.1 Current Transformer (CT) ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน BS หรือ DIN หรือ IEC สำหรับระบบแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 1,000 โวลท์ 50 เฮิรท์ เป็นแบบ Encapsulated หรือ Moulded Case โดยมี Secondary Current 5A และ Accuracy ตาม IEC Standard Class 1
 - 6.2 Ammeter และ Voltmeter ต้องเป็นแบบ Switchboard Mounted ขนาดหน้าปัทม์ไม่เล็กกว่า 96 x 96 มม, สเกลชนิด 90° Scale และ Accuracy Class 1.5
 - 6.3 Kilowattmeter ใช้ชนิด 3-Phase, 4-Wire Unbalance Load แบบ Switchboard Mounted ขนาดหน้าปัทม์ไม่เล็กกว่า 96 x 96 มม, สเกลชนิด 90° Scale และ Accuracy Class 1.5
 - 6.4 Power-Factor Meter ชนิด 3 เฟส 4 สาย แบบ Switchboard Mounted ขนาดหน้าปัทม์ไม่เล็กกว่า 96 x 96 มม สเกล ตั้งแต่ 0.5 Leading ถึง 0.5 Lagging และ Accuracy Class 1.5
 - 6.5 Kilowatt-Hour Meter ใช้ชนิด 3-Phase, 4-Wire Unbalance Load และ Accuracy, Class II เหมาะกับการใช้งานกับ Instrument Transformer
 - 6.6 Pilot Lamp หรือ Indicating Lamp ผลิตตามมาตรฐาน DIN หรือ NEMA เป็นแบบ Flush Mounting บนตู้ Switchboard ใช้หลอด Incandescent 0.6 วัตต์ 6 โวลท์ พร้อม Transformer แปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 220 โวลท์ เป็น 6 โวลท์ เพื่อใช้กับหลอดไฟหรือเป็นหลอด LED ฝาครอบเป็นพลาสติกแบบ Lens ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร
 - 6.7 Selector Switch แบบ Switchboard Mounting จำนวน 7 Steps สำหรับ Volt-Selector Switch และ 4 Steps สำหรับ AMP-Selector Switch
7. Busbar และฉนวนยึด
- 7.1 Busbars ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% มีขนาดที่กำหนดความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้า ตามมาตรฐาน DIN 43671 (Bare Rating) โดยให้ Max. Temperature Rise เท่ากับ 25°C ที่ Ambient Temperature 40°C และได้รับการยอมรับตามมาตรฐานการไฟฟ้า ที่กำหนด แต่ทั้งนี้ Main Busbars ทั้ง Phase-, Neutral- และ Ground-Bus ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 120 ตารางมิลลิเมตร

- 7.2 การจัด Busbars ทั้ง Phase-to-Phase และ Phase-to-Ground ต้องจัดให้ ส่วนที่เป็นตัวนำไฟฟ้า (Live Part) มีระยะห่างกันได้ไม่น้อยกว่าค่าที่การไฟฟ้า กำหนดให้
- 7.3 Busbar Holders ต้องเป็นวัสดุประเภท Fiberglass Reinforced Polyester หรือ Epoxy Resin แบบสองชั้นประกบ Busbar โดยยึดด้วย Bolt และ Nut หุ้ม Spacer ที่เป็นฉนวนไฟฟ้า ห้ามใช้วัสดุในตระกูล Bakelite หรือตระกูล Phenolics เป็นหรือแทนฉนวนไฟฟ้าโดยเด็ดขาด
- 7.4 Busbar และ Busbar Holders ต้องมีข้อมูลทางเทคนิคและผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรงใด ๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้โดยไม่เกิดการเสียหายใด ๆ รวมทั้ง Bolts และ Nuts ต้องทนต่อแรงเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกัน
8. สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัดภายในแผงสวิตช์
- 8.1 สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุม และเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าและ อุปกรณ์ไฟฟ้า กับ Terminal Block ให้ใช้สายชนิด Flexible Annealed Copper 750 Volts, PVC Insulated ขนาดของสายต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามต้องการแต่ไม่เล็กกว่ากำหนดดังนี้.-
- | | | | |
|-------------------------|---|-----|----------------|
| Current Circuit | : | 4 | ตารางมิลลิเมตร |
| Voltage Circuit | : | 2.5 | ตารางมิลลิเมตร |
| Control Circuit | : | 1.5 | ตารางมิลลิเมตร |
| Ground สำหรับบ้านประจํา | : | 10 | ตารางมิลลิเมตร |
- 8.2 สายไฟฟ้าทั้งหมดต้องวางอยู่ในรางสาย (Trunking) หรือท่ออ่อนเพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวนสาย ไฟฟ้าแต่ละเส้นที่เชื่อมระหว่างจุดที่กล่าว ห้ามมีการตัดต่อโดยเด็ดขาด
- 8.3 สายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีหมายเลขกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบปลอกสวม ยากแก่การลอกหลุดหาย
9. Mimic Bus และ Nameplate
- 9.1 ที่หน้าแผงสวิตช์ต้องมี Mimic Bus เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าและออก ทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำ สำหรับแผงสวิตช์ระบบไฟฟ้าปกติและสีแดงสำหรับแผงสวิตช์ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินหรือสีที่ผู้คุมงานเห็นชอบ มีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ยึดแน่นกับแผงสวิตช์ด้วยสกรูอย่างแน่นหนา
- 9.2 ให้มี Nameplate เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าใด จ่ายหรือควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าใด หรือกลุ่มใด เป็น แผ่นพลาสติกพื้นสีเช่นเดียวกับ Mimic Bus แกะเป็นตัวอักษรสีขาว โดยความสูงของตัวอักษรต้องไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร หรือตามที่ผู้คุมงานเห็นชอบ
- 9.3 ผู้รับจ้างต้องจัดส่งตัวอย่างวัสดุที่จะใช้ทำ Mimic Bus และ Nameplate เพื่อขออนุมัติจากผู้ควบคุมงาน ก่อนการติดตั้ง
10. การติดตั้ง
- 10.1 แผงสวิตช์ที่ติดตั้งในสถานที่ใช้งานจริง ต้องยึดติดกับฐานที่ตั้งด้วยน็อต จำนวนไม่น้อยกว่า 4 จุด ตามมุมทั้งสี่อย่างแน่นหนา
- 10.2 ในกรณีที่พื้นเป็นพื้นคอนกรีต น็อตที่ใช้ต้องเป็นแบบ Expansion Bolt
11. การทดสอบ
- นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานแล้ว เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้วต้องตรวจทดสอบอย่างน้อยดังนี้
- 11.1 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ทั้งหมด
- 11.2 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (Feeder) ต่าง ๆ ที่ออกจากแผงสวิตช์
- 11.3 ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง

ส่วนที่ 3
แผนผังสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไปและอุปกรณ์

1. ความต้องการทั่วไป
ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมคุณสมบัติและการติดตั้งของแผงสวิตช์กระจายไฟฟ้า (Distribution Board), แผงสวิตช์ย่อย (Panelboard) และสวิตช์ตัดวงจรอื่น ๆ
2. แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้า (Distribution Board)
 - 2.1 แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้าเป็นแผงสวิตช์ประธานของ Load แต่ละส่วน โดยกระจายกำลังไฟฟ้าให้แก่แผง สวิตช์ย่อย (Panelboard) ตามจุดต่าง ๆ ซึ่งมีใช้ทั้งระบบไฟฟ้าปกติ และระบบไฟฟ้าฉุกเฉินตามกำหนดในแบบและรายละเอียดนี้
 - 2.2 ความต้องการทางด้านการออกแบบและการสร้าง
 - ก. การออกแบบต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ANSI, NEMA หรือ IEC แต่ต้องไม่ขัดกับกฎหรือ มาตรฐานของการไฟฟ้า เพื่อนำมาใช้ร่วมกับระบบไฟฟ้าที่ 415/240 โวลท์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ต S/N
 - ข. Cabinet ต้องเป็นแบบติดลอยที่ผนังหรือตั้งพื้น ตัวตู้ทำด้วย Galvanized Coded Gauge Sheet Steel หรือ เป็นเหล็กชุบ Electro-Galvanized หรือชุบป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่นที่เทียบเท่าและทาสีตามที่ผู้ควบคุมงาน เห็นชอบ มีประตูเปิด-ปิดด้านหน้าเป็น Flush Lock และต้องมี Key Lock ด้วย และต้องมี Circuit Directory with Clear Plastic Covering บอก Circuit ต่าง ๆ ติดอยู่ที่ฝาประตูภายใน
 - ค. Busbar ที่ต่อกันกับ Breaker ต้องเป็น Phase Sequence Type
 - ง. Main Circuit Breaker ต้องเป็น Moulded Case Circuit Breaker มี AMP Trip และ AMP Frame ตามที่กำหนดไว้ในแบบ ประกอบด้วย Instantaneous Magnetic Short Circuit Trip และ Thermal Over Current Trip ควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Feeder Circuit Breaker ต้นทาง เพื่อการทำงานที่สัมพันธ์กัน (Co-Ordination) และมี Aux. Switch สำหรับ Monitor Status On, Off, Trip ในขนาดที่ได้
 - จ. Branch Circuit Breaker ต้องเป็น Moulded Case Circuit Breaker, Quick-Make, Quick-Break, Thermal Magnetic and Trip Indicating มีขนาดตามที่ระบุไว้ใน Load Schedule และต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Main Circuit Breaker
 - ฉ. Nameplate แผงสวิตช์ต้องบ่งบอกด้วย Nameplate, Nameplate ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสองชั้น ชั้นนอก เป็นสีดำและชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือกระทำการบนแผ่นพลาสติกสีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้ว ตัวหนังสือจะปรากฏเป็นสีขาว ตัวหนังสือบน Nameplate เป็นไปดังแสดงไว้ในแบบ
 - ช. ผังวงจร แผงสวิตช์ทุกแผง ต้องมีผังวงจรที่อยู่กับตู้ดังกล่าวติดไว้ที่ฝาตู้ ซึ่งบ่งบอกถึงหมายเลขวงจร ขนาด สาย ขนาดของ Circuit Breaker และ Load ชนิดใดที่บริเวณใดไว้เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา การติดตั้งแผงสวิตช์ต้องติดตั้งดังแสดงไว้ในแบบ ในกรณีที่แผงสวิตช์เป็นแบบติดผนัง ต้องติดตั้งกับผนังโดย Expansion Bolts ที่เหมาะสม และต้องติดตั้งสูง 1.80 เมตรจากพื้นถึงระดับบนของแผงสวิตช์
3. แผงสวิตช์ย่อย (Panelboard)
 - 3.1 แผงสวิตช์ย่อย เป็นแผงสวิตช์ที่ใช้ควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่ Load ต่าง ๆ โดยมี Branch Circuit Breaker เป็น ตัวควบคุม Load แต่ละกลุ่มหรือแต่ละตัว ตามกำหนดในแบบหรือตาม Panelboard Schedule
 - 3.2 ความต้องการทางด้านการออกแบบและการสร้าง

- ก. Panelboard ต้องออกแบบขึ้นตามมาตรฐานของ NEMA หรือ IEC หรือ VDE โดยสร้างสำเร็จจากผู้ผลิต Circuit Breaker ที่ใช้สำหรับ Panelboard นี้เพื่อใช้กับระบบไฟฟ้า 380/220 โวลท์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ต หรือ 220 โวลท์ 1 เฟส 2 สาย 50 เฮิร์ต ตามกำหนดในแบบและ Panelboard Schedule
 - ข. Cabinet ต้องเป็นแบบติดลอย ตัวตู้ทำด้วย Galvanized Code Gauge Sheet Steel with Grey Baked Enamel Finish มีประตูเปิด-ปิดด้านหน้าเป็นแบบ Flush Lock
 - ค. Busbar ที่ต่อกันกับ Breaker ต้องเป็น Phase Sequence Type และเป็นแบบที่ใช้กับ Plug-On หรือ Bolt-On Circuit Breaker
 - ง. Main Circuit Breaker ต้องเป็น Moulded Case Circuit Breaker มี AMP Trip และ AMP Frame ตามที่กำหนดไว้ในแบบประกอบด้วย Instantaneous Magnetic Short Circuit Trip และ Thermal Over Current Trip ควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Feeder Circuit Breaker ต้นทาง เพื่อการทำงานที่สัมพันธ์กัน (Co-Ordination)
 - จ. Branch Circuit Breaker ต้องเป็นแบบ Quick-Make, Quick-Break, Thermal Magnetic and Trip Indicating และเป็นแบบ Plug-On หรือ Bolt-On Type มีขนาดตามที่ระบุไว้ใน Panelboard Schedule โดย Circuit Breaker ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Main Circuit Breaker
 - ฉ. Nameplate แผงสวิตช์ย่อยต้องบ่งบอกด้วย Nameplate, Nameplate ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสองชั้น ชั้นนอกเป็นสีดำ และชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือ กระทำบนแผ่นพลาสติก สีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้ว ตัวหนังสือจะปรากฏสีขาว ตัวหนังสือบน Nameplate เป็นไปดังแสดงไว้ในแบบ
 - ช. ผังวงจร ตู้ย่อยทุกตู้ ต้องมีผังวงจรที่อยู่กับตู้ดังกล่าวติดไว้ในฝาตู้ ซึ่งจะบ่งบอกถึงหมายเลข วงจร ขนาดสาย ขนาดของ Circuit Breaker และ Load ชนิดที่บริเวณใดไว้เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา
- 3.3 การติดตั้ง ให้ติดตั้งกับผนังด้วย Expansion Bolt ที่เหมาะสม หรือติดตั้งบน Supporting ที่เหมาะสม โดยระดับสูง 1.80 เมตร จากพื้นถึงระดับบนของแผงสวิตช์ตามตำแหน่งที่แสดงในแบบ

4. Disconnecting Switch หรือ Safety Switch

- 4.1 Disconnecting Switch หรือ Safety Switch ต้องผลิตขึ้นตามมาตรฐาน NEMA หรือ IEC เป็นชนิด Heavy Duty Type
- 4.2 Switch ตัดวงจรไฟฟ้าเป็นแบบ Blade ทำงานแบบ Quick-Make, Quick-Break สามารถมองเห็นสวิตช์ได้ชัดเจน เมื่อเปิดประตูด้านหน้า
- 4.3 Enclosure ตามมาตรฐาน NEMA 1 พับขึ้นรูปจากแผ่นเหล็ก พ่นเคลือบด้วยสี Gray-Baked Enamel สำหรับใช้ภายในอาคารทั่วไป และตาม NEMA 3 R พับจากแผ่นเหล็กชุบ Galvanized พ่นเคลือบด้วยสี Gray-Baked Enamel สำหรับใช้ภายนอกอาคาร ให้มีบานประตูเปิดด้านหน้า ซึ่ง Interlock กับ Switch Blade โดยสามารถเปิดประตูได้เมื่อ Blade อยู่ในตำแหน่ง Off เท่านั้น
- 4.4 ขนาด Ampere Rating จำนวนขั้วสายและจำนวน Phase ให้เป็นไปตามระบุในแบบหรือตามขนาด Protecting Equipment ที่ต้นทาง
- 4.5 ชุดที่กำหนดให้มี Fuse ให้ใช้ Fuse Clips เป็นแบบ Spring Reinforced ตัว Fuse เป็นชนิด High Rupturing Capacity (HRC) โดยขนาดของ Fuse ให้เป็นเช่นเดียวกับข้อ 4.4
- 4.6 การติดตั้ง ให้ติดตั้งกับผนังตามระบุในแบบ โดยระดับความสูงจากพื้น 1.80 เมตร ถึงระดับบนของสวิตช์ ในกรณีบริเวณติดตั้งไม่มีผนัง หรือกำแพง ให้ติดตั้งบนขายึดโครงเหล็กที่แข็งแรง ให้สวิตช์สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร ถึงระดับบนของสวิตช์

5. Circuit Breaker Box (Enclosed Circuit Breaker)
- 5.1 ให้ใช้ Molded Case Circuit Breaker ที่มี Ampere Trip Rating จำนวน Pole ตามระบุในแบบ
- 5.2 Enclosure เป็นไปตามมาตรฐาน NEMA โดยที่
- ก. NEMA 1 พับจาก Sheet Steel with Gray-Baked Enamel Finish สำหรับใช้งานติดตั้งภายในอาคารทั่ว ๆ ไป
- ข. NEMA 3 R พับจาก Zinc Coated Steel with Gray-Baked Enamel Finish สำหรับใช้งานติดตั้งภายนอกอาคาร
- 5.3 การติดตั้ง ให้เป็นไปตามกำหนดในแบบโดยเป็นแบบ Flush Mounting สำหรับในอาคารและ Surface Mounted สำหรับภายนอกอาคาร โดยสูงจากพื้น 1.50 เมตร ถึงระดับบนสุด

ส่วนที่ 4

สายไฟฟ้าแรงต่ำ (Low Voltage Cable)

1. ความต้องการทั่วไป
- ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติ และการติดตั้งใช้งานสำหรับสายไฟฟ้าแรงต่ำ
2. ชนิดของสายไฟฟ้า
- 2.1 โดยทั่วไปให้สายไฟฟ้าแรงต่ำมีตัวนำเป็นทองแดงหุ้มด้วยฉนวน Polyvinyl Chloride (PVC) สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลท์ และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส ตาม มอก. 11-2531
- 2.2 สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตร ต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (Stranded Wire)
- 2.3 สายไฟฟ้าที่ใช้ร้อยในท่อโลหะ หรือ Wireway โดยทั่วไปกำหนดให้เป็นสายไฟฟ้าตัวนำแกนเดี่ยว (Single-Core) ตาม มอก. 11-2531, THW
- 2.4 สายไฟฟ้าที่กำหนดให้ใช้ฝังดินโดยตรง หรือเดินใน Underground Duct ทั้งแบบตัวนำแกนเดี่ยวและตัวนำหลายแกน (Multi-Core) ต้องเป็นสายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวน พีวีซี อย่างน้อย 2 ชั้น ตาม มอก. 11-2531, NYY, NYY-N หรือ NYY-GRD แล้วแต่กรณี
- 2.5 สายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรถาวรที่มีการเคลื่อนที่เป็นประจำ เช่น รถไฟฟ้า เครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือน หรือกรณีที่ผู้คุมงานเห็นชอบ ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด Flexible Cable หุ้มฉนวน พีวีซี สองชั้นตาม มอก. 11-2531
- 2.6 สำหรับสายไฟฟ้าภายในดวงโคมไฟฟ้าที่มีความร้อนเกิดขึ้นสูง เช่น โคมที่ใช้หลอดไส้ (Incandescent Lamp), High Intensity Discharge Lamp เป็นต้น ให้ใช้สายทนความร้อนซึ่งหุ้มด้วยฉนวน Asbestos หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า
- 2.7 สำหรับสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยฉนวน XLPE สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ 600/1000 โวลท์ และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียส ตามมาตรฐาน IEC 60502, CV การติดตั้งภายในอาคารต้องเดินในช่องเดินสายที่ปิดมิดชิด ยกเว้นเปลือกนอกของสายเป็นชนิด Flame-Retardant และการนำไปใช้งานต้องคำนึงถึงพิกัดกระแส และอุณหภูมิของอุปกรณ์ที่จะนำไปใช้ประกอบร่วมกับสาย ให้มีความสัมพันธ์กันด้วย
3. การติดตั้ง
- 3.1 การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้-
- ก. ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว

- ข. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้า โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต
 - ค. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อ อาจจำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่น โดยสารนั้นจะต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า
 - ง. การดัดโค้งหรืองอสายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใด ๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน NEC และประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยทางไฟฟ้า
- 3.2 การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า
- ก. การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า ให้กระทำได้ภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าเท่านั้น ห้ามต่อในช่องท่อโดยเด็ดขาด
 - ข. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน 10 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ Insulated Wire Connector, Pressure Type ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์
 - ค. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 10 ตารางมิลลิเมตร และไม่เกิน 240 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ปลอกทองแดงชนิดใช้แรงกลอัด (Splice or Sleeve) และพันด้วยฉนวนไฟฟ้าชนิดละลายและเทป พีวีซี อีกชั้นหนึ่ง
 - ง. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่าที่กำหนดข้างต้น ให้ต่อโดยใช้ Split Bolt Connector ซึ่งผลิตจาก Bronze Alloy หรือวัสดุอื่นที่ยอมรับให้ใช้ในงานต่อเชื่อมสายไฟฟ้าแต่ละชนิด
 - จ. ปลายสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี Terminal Block เพื่อการต่อสายไฟฟ้าแยกไปยังจุดอื่นได้สะดวก และการเปลี่ยนชนิดของสายไฟฟ้า ให้กระทำได้โดยต่อผ่าน Terminal Block นี้

4. การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้างดังนี้-

- 4.1 สำหรับวงจรแสงสว่าง และตัวรับให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ตัดวงจรและสวิตช์ต่าง ๆ อยู่ในตำแหน่งเปิดต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโห์ม ในทุก ๆ กรณี
- 4.2 สำหรับ Feeder และ Sub-Feeder ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งสองทาง แล้ววัดค่าความต้านทานของฉนวนต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโห์ม ในทุก ๆ กรณี
- 4.3 การวัดค่าของฉนวนที่กล่าว ต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลต์ และวัดเป็นเวลา 30 วินาที ต่อเนื่องกัน

ส่วนที่ 5

สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (Fire Resistance Cable)

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงการจัดหา และการติดตั้งใช้งานสำหรับสายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (Low Smoke, Zero Halogen, Fire Resistance Cable) ตามที่ระบุในแบบและรายละเอียดนี้

2. มาตรฐาน

สายทนไฟต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC หรือมาตรฐานอื่น แต่ต้องได้รับการอนุมัติ

3. เทคนิคการผลิต

- 3.1 สำหรับสายที่มีขนาดต่ำกว่า 6 ตารางมิลลิเมตร ตัวนำเป็นสายทองแดงเส้นเดี่ยว ส่วนสายที่มีขนาดตั้งแต่ 6 ตารางมิลลิเมตรขึ้นไป ต้องเป็นสายทองแดงชนิดตีเกลียว (Stranded Wire)

- 3.2 ฉนวนจะประกอบด้วยเทปทนไฟ (Fire Resistance Tape) เช่น Mica Tape หรือวัสดุทนไฟอื่นที่หุ้มรอบตัวนำทองแดง และชั้นนอกจะหุ้มด้วยวัสดุฉนวนประเภท Cross-Linked Polyethylene (XLPE) ชนิดพิเศษที่มีความหนาตาม IEC 502
- ในกรณีที่ เป็นสายตัวนำหลายแกน (Multicore Cable) ช่องว่างระหว่างตัวนำแต่ละแกนจะต้องมี Filler เพื่อความแข็งแรงของสาย
- 3.3 เปลือกหุ้มภายนอก (Outer Sheath) เป็นวัสดุประเภท Polyolefine หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเป็น Low Smoke, Zero Halogen มีความหนาตาม IEC 502
- 3.4 สายไฟฟ้าชนิดทนไฟนี้ต้องมี Rated Voltage 600/1,000V สำหรับสาย Power และ Rate Voltage 300/500V สำหรับสาย Control มี Maximum Conductor Operating Temperature ที่ 90°C สำหรับ Continuous Duty และ 250°C ภายใต้สภาวะ Short-Circuit
- 3.5 ไม่ทำให้เกิด Corrosive Gases ขณะเกิดเพลิงไหม้
4. คุณสมบัติและมาตรฐานการทดสอบ
- 4.1 คุณสมบัติด้าน Fire Resistance ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่าง ๆ เช่น
- IEC 60331
 - BS-6387 Category CWZ
 - IEEE 383
 - VDE 0472 Part 814
- 4.2 คุณสมบัติด้าน Fire Retardant ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่าง ๆ เช่น
- IEC 60332-3
 - BS 4066 Part 3
 - IEEE 383
- 4.3 คุณสมบัติด้าน Flame Retardant ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่าง ๆ เช่น
- IEC 60332-1
 - BS 4066 Part 1
 - VDE 0472 Part 804
- 4.4 คุณสมบัติด้าน Low Smoke and Fumes (LSF) และ Low Smoke and Zero Halogen (LSOH) ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่าง ๆ เช่น
- | | | | | |
|----|--------|---------------|---|---------------------------------|
| ก. | Smoke; | Test Method | - | 27 m ³ Cable Chamber |
| | | | - | NBS Chamber |
| | | Test Standard | - | ASTM D2863 |
| | | | - | UITP/APTA Test E4 |
| | | | - | London Underground Limited |
| | | | - | IEC 61034-2 |
| | | | - | BS 6724 |
| | | | - | VDE 0472 Part 816 |
- ข. Halogen Acid Content Measured (Less Than 5% Halogen Acid)
- IEC 60754-1 / IEC 60754-2
 - BS 6425 Part 1
 - VDE 0472 Part 813

- 4.5 ผู้รับจ้างต้องเสนอใบรับรองผลการทดสอบคุณสมบัติสายไฟฟ้าชนิดทนไฟจากสถาบันที่เชื่อถือได้ให้วิศวกร พิจารณา ประกอบการขออนุมัติด้วย
5. การติดตั้ง
สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ ต้องเป็นชนิดที่สามารถติดตั้งใช้งานได้โดยการเดินในท่อร้อยสายหรือเดินใน Cable Tray หรือ Wireway ผู้รับจ้างต้องจัดส่งรายละเอียดทางด้านเทคนิค Current Ampere Rating ตลอดจน Test Report หรือรายละเอียด อื่น ๆ ตามที่ผู้ควบคุมงานเรียกขอเพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้งใช้งาน

ส่วนที่ 6

อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (Raceway)

1. ความต้องการทั่วไป
เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (สายไฟฟ้า ให้รวมถึงสายสัญญาณทางไฟฟ้า-สื่อสารอื่น ๆ เช่น สายโทรศัพท์ สายสัญญาณวิทยุ-โทรทัศน์ สายสัญญาณแจ้งเตือน เป็นต้น) เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องตามมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนดดังรายละเอียดนี้
2. ท่อร้อยสายไฟฟ้า
ท่อร้อยสายไฟฟ้าโดยปกติแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน โดยท่อทุกชนิดต้องเป็นท่อโลหะตามมาตรฐาน มอก.770-2533, ANSI ชุบป้องกันสนิมโดยวิธี Hot-Dip Galvanized ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะดังต่อไปนี้.-
 - 2.1 ท่อโลหะชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณีติดตั้งลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งไม่มีสาเหตุใด ๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ หรือทำให้ท่อเสียหาย การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน NEC Article 348
 - 2.2 ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit : IMC) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบาง และติดตั้งฝังในคอนกรีตได้ แต่ห้ามใช้ฝังดินโดยตรงและใช้ในสถานที่อันตรายตามกำหนดใน NEC Article 345
 - 2.3 ท่อโลหะชนิดหนา (Rigid Steel Conduit : RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการ และให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรงตามกำหนดใน NEC Article 346
 - 2.4 ท่ออ่อน (Flexible Metal Conduit) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ หรือเครื่องไฟฟ้าที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ คอมไฟแสงสว่าง เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ขึ้นแฉะ และนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน NEC Article 350
 - 2.5 อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ Coupling, Connector, Lock Nut, Bushing และ Service Entrance Cap ต่าง ๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน
 - 2.6 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้.-
 - ก. ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อนก่อนทำการติดตั้ง
 - ข. การดัดงอท่อต้องไม่ทำให้ท่อเสียรูปทรง และรัศมีมีความโค้งของการดัดงอต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC
 - ค. ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ ทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร และห่างจากกล่องต่อสายหรืออุปกรณ์ต่างๆไม่เกิน 0.9 เมตร

- ง. ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น
 - จ. การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC Article 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษ เหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่
 - ฉ. การใช้ท่ออ่อนต้องให้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร
 - ช. แนวการติดตั้งท่อต้องเป็นแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ให้ปรึกษากับผู้ควบคุมงานเป็นแต่ละกรณีไป
 - ซ. หากไม่ได้ระบุเป็นอื่น ท่อต่างๆ จะต้องติดตั้งโดยวิธีฝังในคอนกรีต ยกเว้นที่ติดตั้งภายในผ้าเพดาน และห้องเครื่องกลหรือไฟฟ้า
3. รางเคเบิล (Cable Tray)
- 3.1 Cable Tray ต้องผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่นที่ผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธีชุบ Hot-Dip Galvanized หรือเป็นแผ่นเหล็กชุบ Electro-Galvanized โดยที่แผ่นเหล็กด้านข้างต้องมีความหนาไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ และแผ่นเหล็กพื้นพับเป็นลูกฟูก มีช่องเจาะระบายอากาศได้อย่างดี
 - 3.2 Cable Tray ชนิด Ladder ต้องมีลูกขึ้นทุก ๆ ระยะ 30 เซนติเมตร หรือน้อยกว่า
 - 3.3 การติดตั้งและใช้งาน Cable Tray ต้องเป็นไปตามกำหนดใน NEC Article 318 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
4. รางเดินสาย (Wireway)
- 4.1 Wireway ต้องพับขึ้นจากเหล็กแผ่นที่มีความหนาไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบพร้อมฝาครอบปิดผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธีชุบ Electro-Galvanized หรือแผ่นเหล็ก Aluzinc
 - 4.2 การติดตั้งใช้งาน Wireway ต้องเป็นไปตาม NEC Article 300 และ Article 362 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
 - 4.3 ภายใน Wireway ต้องมี Cable Support ทุกระยะ 50 เซนติเมตร
5. กล่องต่อสาย
- กล่องต่อสายในที่นี้ ให้รวมถึงกล่องสวิตช์ กล่องตัวรับ กล่องต่อสาย (Junction Box) กล่องพักสาย หรือกล่องดึงสาย (Pull Box) ตามกำหนดใน NEC Article 370 รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้.
- 5.1 กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป ต้องเป็นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanized หรือใช้แผ่นเหล็ก Aluzinc และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำ ต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรืออลูมิเนียมหล่อที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร
 - 5.2 กล่องต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งาน ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanized หรือใช้แผ่นเหล็ก Aluzinc และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี
 - 5.3 กล่องต่อสายชนิดกันระเบิด ซึ่งใช้ในสถานที่อาจเกิดอันตรายต่าง ๆ ได้ตามที่ระบุใน NEC Article 500 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพจาก UL (Underwriters Laboratory) หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
 - 5.4 ขนาดของกล่องต่อสาย ขึ้นอยู่กับขนาด จำนวน ของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้น ๆ และขึ้นกับขนาดจำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่น ๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามกำหนดใน NEC Article 373
 - 5.5 กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาดต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม
 - 5.6 การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ และกล่องต่อสายสำหรับ แต่ละระบบให้มีรหัสสีภายในและที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

6. การติดตั้ง
- 6.1 หากมิได้กำหนดไว้เป็นการเฉพาะ การติดตั้งสายไฟฟ้าแรงต่ำและอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าให้เป็นไปตาม มาตรฐานของการไฟฟ้า หรือมาตรฐาน NEC และประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่อง “ความปลอดภัยทาง ไฟฟ้า”
- 6.2 ถึงแม้ว่าข้อกำหนดจะระบุให้อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเป็นตัวนำสำหรับการต่อลงดินหรือไม่ก็ตามแต่ต้องทำ การติดตั้ง อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเหล่านี้ทุก ๆ ช่วงให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าโดยตลอด เพื่อเสริมระบบ การต่อลงดินให้มีความ แน่นนอนและสมบูรณ์
7. การทดสอบ
- ให้ทดสอบเพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าในทุก ๆ ช่วง ตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

ส่วนที่ 7

โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ (Lighting Fixture)

1. ความต้องการทั่วไป
- 1.1 ให้จัดหาและติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ ซึ่งติดตั้งทั้งภายนอกและภายในอาคาร
- 1.2 อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ติดตั้งภายในดวงโคม เช่น หลอด บัลลัสต์ และสแตนท์เตอร์ รวมถึงขั้วหลอดต้องเป็นไปตาม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หรือมาตรฐานต่างประเทศที่รับรอง
- 1.3 ถ้ามิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น โคมไฟฟ้าใช้ทั่วไปเป็นระบบเฟสเดียว 220 โวลท์ 50 เฮิร์ต
2. รายละเอียดวัสดุ
- 2.1 ดวงโคมทั้งหมดต้องเป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบและข้อกำหนดดังต่อไปนี้.-
- ก. ขั้วหลอดต้องเป็นไปตามมาตรฐาน VDE, JIS หรือ NEMA
- ข. ตัวโคม (Housing) ต้องพับขึ้นรูปจากแผ่นโลหะ โดยผ่านกรรมวิธีชุบป้องกันสนิมอย่างดี
- ค. ตัวโคมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ให้พับจากแผ่นเหล็กชุบ Electro-Galvanized หรือเหล็กฟอสเฟต และ พ่นเคลือบด้วยสีป้องกันสนิมอย่างน้อย 2 ชั้น
- ง. โคมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ไม่เกิน 2 หลอด ให้ใช้ความหนาแผ่นเหล็กไม่น้อยกว่า 0.8 มิลลิเมตร นอกนั้น ให้ใช้แผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร
- จ. สำหรับดวงโคม Down Light ให้เป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบ
- 2.2 หลอดไฟต้องเป็นไปตามกำหนดนี้
- ก. หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบตรง (Tubular Fluorescent Lamp) เส้นผ่านศูนย์กลางหลอด 26 มม. (T8) เป็น ชนิด Preheat Lamp มีคุณสมบัติได้ตามมาตรฐาน มอก. 236-2533, IEC 60081 หรือมาตรฐานอื่นที่ เทียบเท่า หลอดไฟต้องมีค่าความสว่างไม่น้อยกว่า 1300 ลูเมน สำหรับหลอดขนาด 18 วัตต์ และไม่น้อยกว่า 3200 ลูเมน สำหรับหลอด 36 วัตต์ มีค่า CRI ไม่น้อยกว่า 80 โดยทั่วไปใช้หลอดสี Cool White หรือตามที่ ระบุในภายหลัง มีอายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า 10000 ชั่วโมง
- ข. หลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluorescent Lamp) เป็นแบบใช้กับบัลลัสต์ภายนอก มี คุณสมบัติได้ตามมาตรฐาน IEC, ANSI, UL หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า โดยทั่วไปใช้หลอดสี Cool White หรือตามที่ระบุในภายหลัง มีอายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า 8000 ชั่วโมง
- ค. หลอดไส้ (Incandescent Lamp) โดยทั่วไปเป็นชนิดแก้วใส (Clear Bulb) ใช้กับระบบไฟฟ้า 220V 50Hz ขั้ว หลอดโดยทั่วไปเป็นแบบเกลียว E27
- ง. หลอดไฟ Fluorescent และหลอดไฟ Incandescent ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม

2.3 บัลลาสต์ต้องเป็นไปตามกำหนดดังนี้

- ก. บัลลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอดชนิด High Intensity Discharge (HID) เป็นแบบ Low Power Loss และ High Power Factor ซึ่งได้รับการรับรองจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (อาจใช้ Low Power Factor Ballast ต่อกับ Capacitor เพื่อ Improve Power Factor ให้ได้ค่าระหว่าง 0.85-0.95) ให้ใช้บัลลาสต์และ Capacitor 1 ชุดต่อหลอด 1 ดวง
- ข. บัลลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิด High Frequency Electronic Ballast (กรณีที่มีระบุเป็นบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์) ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ Preheat และได้รับมาตรฐาน มอก, IEC, VDE หรือ EN โดยมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้
- Supply Voltage $220V \pm 10\%$
 - Mains Frequency 50 Hz.
 - Operating Frequency 35 kHz to 50 kHz
 - Power Factor ≥ 0.95
 - Input Current THD $\leq 10\%$ ตามมาตรฐาน IEC61000-3-2, EN61000-3-2, VDE0712 part 23/25, ANSI หรือเทียบเท่า
 - Ballast Lumen Factor $\geq 94\%$ of Lamp luminous flux ตามมาตรฐาน มอก 236-2533, IEC60081 หรือเทียบเท่า
 - Lamp Current Crest Factor ≤ 1.7 หรือตามมาตรฐาน มอก 1506-2541, IEC60929 หรือเทียบเท่า
 - Ambient Temperature Range (ta) 0°C to 50°C
 - Case Temperature (tc) 90°C (max) ตามมาตรฐาน มอก 1506-2541, IEC60929 หรือเทียบเท่า
 - Dimming Range (กรณีที่มีระบุ) 100 to 1% (Tubular Fluorescent)
100 to 3% (Compact Fluorescent)
 - ผ่านการทดสอบตามมาตรฐานดังนี้
 - Transient Overvoltage IEEE C 62.41 Cat B.1, IEC หรือเทียบเท่า
 - EMI, EMC, RFI suppression CISPR 15, FCC part 18, VDE0875, EN55015, EN55022, EN61547 หรือเทียบเท่า
 - Fault Condition Protection มอก 885-2532, IEC60928, EN60928, UL935 หรือเทียบเท่า
 - รับประกันอายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า 5 ปี

- 2.4 Capacitor ต้องเป็นชนิด Metallized Polypropylene Film และต้องมีคุณสมบัติ Self Healing พร้อม Safety Device เพื่อป้องกัน Short Circuit รุนแรงภายในและต้องมี Discharge Resistance ด้วยการต่อ Capacitor ในวงจรให้ต่อแบบ Parallal โดยมีขนาดตามตารางต่อไปนี้

Capacitor for Fluorescent and HID Lamps

Lamp Type	Lamp Wattage (Watt)	Parallal Capacitor (250 V) (μF)
Fluorescent	18	4.0
	32	4.0

Lamp Type	Lamp Wattage (Watt)	Parallal Capacitor (250 V) (μ F)
	36	4.0
Compact Fluorescent	10	2.0
	13	1.5
	18	2.0
	26	3.0
High Pressure Mercury	50	6.0
	80	7.0
	125	9.0
	250	18.0
	400	25.0
Metal Halide	35	5.0
	70	10.0
	150	18.0
	250	18.0
	400	30.0
	1000	70.0
High Pressure Sodium	50	8.0
	70	10.0
	100	12.0
	150	18.0
	250	30.0
	400	45.0
	1000	100.0

- 2.5 สตาร์ทเตอร์และ Capacitor ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หรือมาตรฐานอื่นที่ยอมรับได้
- 2.6 สายไฟฟ้าที่ใช้ภายในดวงโคม ให้ใช้สายอ่อน (Flexible Wire) หุ้มฉนวนที่ทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียส ขนาดไม่เล็กกว่า 1 ตารางมิลลิเมตร เฉพาะสายไฟฟ้าในดวงโคมที่ใช้หลอดมีความร้อนสูง เช่น หลอด Incandescent ให้ใช้สายหุ้มฉนวนทนความร้อนสูง เช่น หุ้มฉนวนใยหิน เป็นต้น
- 2.7 อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ประกอบอยู่ในโคมต้องเป็นของใหม่เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา
3. โคมแสงสว่างฉุกเฉิน (Self-Contained Battery Emergency Light)
- 3.1 โคมแสงสว่างฉุกเฉิน ต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามที่กำหนดในมาตรฐาน วสท. 2004-51
- 3.2 โคมแสงสว่างฉุกเฉินต้องเป็นชนิดมีแบตเตอรี่บรรจุภายใน พร้อมด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติแบบ Solid State ทำหน้าที่ควบคุมการประจุไฟฟ้าเข้าและกระจายประจุของแบตเตอรี่ โดยระบบควบคุมนี้จะต้องตัดวงจรเมื่อการคายประจุจากแบตเตอรี่ถึงขีดแรงดันไฟฟ้าที่จะเป็นอันตรายต่อแบตเตอรี่
- 3.3 แบตเตอรี่ที่ใช้เป็นชนิด Sealed Lead Battery, 12V DC ขนาดกำลังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟ 2 x 55 W (Self-Contained) หรือ Remote Lamp จำนวนตามที่ระบุในแบบ ได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง โดยแรงดันไม่ลดลง

- ต่ำกว่า 1.60 โวลต์ต่อเซลล์ (Low Voltage Cut-Off) ในกรณีที่ใช้เป็น Central Battery Unit นั้น Output Voltage ของชุด Central Battery Unit เป็น 220 VAC หรือตามที่ระบุในแบบ
- 3.4 นอกจากที่กล่าวมาแล้วในข้างต้น วงจรควบคุมของโคมแสงสว่างฉุกเฉิน ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้-
- ก) เครื่องประจุแบตเตอรี่ได้เต็ม ต้องสามารถประจุได้เต็มภายใน 24 ชั่วโมง
 - ข) วงจรทดสอบประจำ 3 เดือน
 - โคมแสงสว่างฉุกเฉินต้องมีอุปกรณ์สำหรับการทดสอบระบบ หรือต่อกับอุปกรณ์สำหรับการทดสอบระยะไกลได้ เพื่อจำลองความล้มเหลวของแหล่งจ่ายไฟปกติ โดยโคมแสงสว่างฉุกเฉินต้องส่องสว่างนานไม่น้อยกว่า 30 นาที และกลับสู่สภาพปกติโดยอัตโนมัติ
 - ในกรณีที่แบตเตอรี่ ไม่สามารถจ่ายไฟได้นาน 30 นาทีตามกำหนด ระบบจะต้องมีสัญญาณเตือนแจ้งเหตุบกพร่อง ถึงความล้มเหลวของแบตเตอรี่
 - ค) วงจรทดสอบประจำปี
 - โคมแสงสว่างฉุกเฉินต้องมีอุปกรณ์สำหรับการทดสอบระบบ หรือต่อกับอุปกรณ์สำหรับการทดสอบระยะไกลได้ เพื่อจำลองความล้มเหลวของแหล่งจ่ายไฟปกติ โดยโคมแสงสว่างฉุกเฉินต้องส่องสว่างนานไม่น้อยกว่า 60 นาที และกลับสู่สภาพปกติโดยอัตโนมัติ
 - ในกรณีที่แบตเตอรี่ ไม่สามารถจ่ายไฟได้นาน 60 นาทีตามกำหนด ระบบจะต้องมีสัญญาณเตือนแจ้งเหตุบกพร่อง ถึงความล้มเหลวของแบตเตอรี่
- 3.5 Housing สำหรับบรรจุแบตเตอรี่และอุปกรณ์ควบคุม เป็นกล่องทำจากแผ่นเหล็ก Electro-Galvanized หนาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมอย่างดี และพ่นเคลือบด้วยสี Enamel อย่างน้อย 2 ชั้น ทั้งนี้ให้มีช่องระบายความร้อนอย่างเพียงพอ และให้มีอุปกรณ์ประกอบอย่างน้อยดังนี้-
- ก) Test Button
 - Every 3 Months Test Button
 - Yearly Test Button
 - ข) Indicating Lamp แสดงสถานะการทำงานอย่างน้อยดังนี้-
 - สถานะการประจุแบตเตอรี่ (Charge And Full Charge)
 - สถานะของ Input Line (Power "On")
 - Every 3 Months Test LED
 - Yearly Test LED
- 3.6 การติดตั้ง ให้เป็นไปตามกำหนดในแบบ โดยระดับของหลอดไฟต่ำจากระดับฝ้าประมาณ 0.30 เมตร(ทั้งนี้ขบถล่างของโคมแสงสว่างฉุกเฉินต้องสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร) ส่วนชุดที่ติดตั้งแยกหลอดไฟ (Remote Lamp) ให้ทำฐานของหลอดไฟที่เหมาะสมและสวยงาม (โดยผู้ออกแบบอนุมัติ)
- 3.7 กรณีที่แบบระบุให้ชุดแบตเตอรี่ติดตั้งภายในห้องไฟฟ้าหรือห้องเครื่องประจำชั้น (central Battery) อุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ต้องมีคุณสมบัติดังนี้-
- ก) สายไฟฟ้าของ Remote Lamp จากชุด Battery ให้ใช้สายชนิดทนไฟ (Fire Resistance Cable)
 - ข) ขนาดของสายไฟฟ้าของ Remote Lamp ต้องมีขนาดเพียงพอที่จะรับกระแสที่ไหลในวงจรได้ แต่ต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตรและแรงดันตกไม่เกิน 10%
 - ค) สวิตช์และอุปกรณ์ป้องกัน ต้องมีพิกัดไม่น้อยกว่า 2 เท่าของกระแสในวงจร และไม่เกิน 50 แอมแปร์

4. โคมแสงสว่างป้ายทางออก (Exit Light & Fire Exit Light)
 - 4.1 โคมแสงสว่างป้ายทางออกต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามที่กำหนดในมาตรฐานวสท 2004-51
 - 4.2 โคมไฟทางออกต้องเป็นชนิดมีแบตเตอรี่บรรจุภายในแบตเตอรี่เป็นชนิด Seal Lead Battery 12V หรือ 6V พร้อมด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติ โดยปกติจะใช้ไฟฟ้า 220V AC, 50 เฮิร์ต และเมื่อไฟปกติดับจะใช้ไฟฟ้าจาก Battery โดยต้องสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง และมีรายละเอียดทางเทคนิคเหมือนกับโคมแสงสว่างฉุกเฉิน
 - 4.3 ตัวโคมให้พบขึ้นรูป ขนาดที่เหมาะสมตามระบุในแบบ โดยใช้แผ่นเหล็ก Electro-Galvanized หนาไม่น้อยกว่า 0.8 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมอย่างดี และพ่นเคลือบด้วยสี Enamel อย่างน้อย 2 ชั้น ทั้งนี้ให้มีช่องระบายความร้อนอย่างเพียงพอ
 - 4.4 ป้ายแสดงเครื่องหมายเป็นแผ่นวัสดุโปร่งแสง ทำเครื่องหมายสัญลักษณ์หรือตัวอักษรที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน ความสูงไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (สำหรับระยะห่างระหว่างป้ายไม่เกิน 24 เมตร) โดยป้ายนี้อาจมีทั้ง 2 ด้านของตัวโคม ทั้งนี้ขึ้นกับสถานที่ติดตั้ง
 - 4.5 หลอดไฟฟ้าให้แสงสว่างเป็นไปตามระบุในแบบ
 - 4.6 การติดตั้ง ให้เป็นไปตามกำหนดในแบบ และ/หรือตามความเหมาะสม ตามกฎข้อบังคับของหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง (ในกรณีติดตั้งระดับสูง ขอบล่างของโคมแสงสว่างป้ายทางออกต้องสูงจากพื้นระหว่าง 2.00-2.70 เมตร)
5. การขออนุมัติ
ต้องส่งรายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้ทั้งหมด รวมทั้งรูปแบบของดวงโคมตลอดจน Photometric Data เพื่อขออนุมัติก่อนการติดตั้ง ทั้งนี้อาจต้องนำตัวอย่างของดวงโคมแสดงตามที่เรียกขอ

ส่วนที่ 8

สวิตช์และเต้ารับ (Switches and Outlets)

1. ความต้องการทั่วไป
ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติและการติดตั้งทั้งสวิตช์ ซึ่งใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ และเต้ารับไฟฟ้า
2. สวิตช์ไฟฟ้า
 - 2.1 สวิตช์ไฟฟ้าต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 824-2531, IEC 60669-1 โดยทั่วไปให้เป็น Heavy Duty, Tumble Quiet Type แบบติดฝังกับผนังบนกล่องเหล็กชุบ Galvanized ขนาดที่เหมาะสมกับจำนวนสวิตช์
 - 2.2 ขนาด Ampere Rating ของสวิตช์ต้องไม่น้อยกว่า 15 แอมแปร์ 250 โวลท์ โดยใช้ Polycarbonate หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่าเป็นฉนวนไฟฟ้าทำให้ไม่สามารถสัมผัสกับส่วนโลหะที่นำไฟฟ้าได้โดยง่าย
 - 2.3 สวิตช์ไฟฟ้าสำหรับควบคุมพัดลมดูดอากาศต้องเป็นชนิด Illuminated Lamp ในตัวเพื่อแสดงว่าพัดลมกำลังทำงานหรือหยุดทำงาน
 - 2.4 Coverplate เป็นชนิด Decorative Plastic UV Protection (รุ่นล่าสุด) มีความแข็งแรง ทนทาน เป็นฉนวนไฟฟ้าอย่างดี และไม่ลามไฟ
 - 2.5 Metal Box สำหรับติดตั้งสวิตช์ไฟฟ้า ต้องผ่านการชุบป้องกันสนิมโดย Hot-Dip Galvanized โดยความหนาของเหล็กต้องไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร
 - 2.6 การติดตั้งให้ฝัง Metal ในผนัง กำแพงหรือเสา แล้วแต่กรณี เพื่อให้ Coverplate ติดแนบกับผิวหน้าของผนัง กำแพงหรือเสาดังกล่าว โดยระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลางสวิตช์กำหนดไว้ 1.20 เมตร

3. เต้ารับไฟฟ้า

- 3.1 เต้ารับไฟฟ้าต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 166-2549, IEC 60884-1 โดยทั่วไปต้องเป็นแบบมีขั้วสายดินในตัว ใช้ได้ทั้งขาเสียบแบบกลมและแบบแบน ใช้ติดตั้งฝังในผนัง กำแพงหรือเสา แล้วแต่กรณีตามกำหนดในแบบพร้อมกล่องโลหะที่เหมาะสม
- 3.2 เต้ารับไฟฟ้าที่พื้น ต้องเป็นแบบ Pop-Up ชนิดขากกลมและแบนพร้อมขั้วดิน หรือตามที่กำหนดในแบบ รายละเอียดโดยติดตั้งตามกำหนดในแบบพร้อมกล่องโลหะที่เหมาะสม
- 3.3 ต้องมีฉนวนไฟฟ้าเป็น Polycarbonate หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า โดยสามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลต์ และขั้วสัมผัสต้องมีขนาด Ampere Rating ไม่น้อยกว่า 15 แอมแปร์
- 3.4 เต้ารับไฟฟ้าสำหรับกรณีพิเศษต้องมีขนาด Ampere Rating ไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ
- 3.5 Coverplate และ Metal Box ให้เป็นเช่นเดียวกับของสวิตช์ไฟฟ้าตามกำหนด
- 3.6 ให้ติดตั้งเช่นเดียวกับสวิตช์ไฟฟ้าตามระบุในข้อ 2 โดยระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลางเต้ารับเป็น 0.30 เมตร
- 3.7 เต้ารับที่มีรูปแบบแตกต่างไปจากข้อกำหนดนี้ ต้องส่งมอบเต้าเสียบ (Plug) ให้ตามจำนวนเต้ารับนั้น ๆ
- 3.8 เต้ารับไฟฟ้าที่ต่อจากวงจรไฟฟ้าฉุกเฉินให้เป็นชนิดที่มีสีแดง

4. สวิตช์หรือไฟ

- 4.1 สวิตช์หรือไฟต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 1955-2542 โดยทั่วไปให้เป็น Heavy Duty ใช้ควบคุมไฟหลอดไส้เป็นแบบสไลด์, ปุ่มกดหรือปุ่มหมุนพร้อมสวิตช์ควบคุมการปิด-เปิด โดยติดตั้งฝังกับผนังบนกล่องเหล็กชุบ Galvanized ขนาดที่เหมาะสม
- 4.2 ขนาด Rating ของสวิตช์หรือไฟ มีขนาดตั้งแต่ 300W – 1,000 W ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของโหลดที่ต่ออยู่
- 4.3 Cover Plate และ Metal Box ให้เป็นเช่นเดียวกับของสวิตช์ไฟฟ้าตามกำหนด
- 4.4 การติดตั้งให้เป็นเช่นเดียวกับการติดตั้งสวิตช์ไฟฟ้า

5. Two-Wire Remote Control System

- 5.1 Two-Wire Remote Control System ต้องเป็นระบบ Multiplex Transmission ประกอบด้วยอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้
 - Transformer
 - Transmission Unit
 - Relay Control Terminal Unit
 - Relay
 - Switch
 - Program Timer Unit
 - Contact Input Terminal Unit
 - Pattern Switch และ Pattern Setting Switch (ถ้ากำหนดให้มี)
 - Group On/Off Switch และ Group Setting Switch (ถ้ากำหนดให้มี)
 - Central Selector Switch
 - Wireless Programming Unit
- 5.2 การทำงานของระบบต้องเป็น 24V AC โดยมีหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อเปลี่ยนระดับแรงดันจาก 220V AC, 50 เฮิร์ต
- 5.3 Transmission Unit ต้องสามารถควบคุม Relay ได้ไม่น้อยกว่า 256 วงจร และในกรณีที่กำหนดให้ทำ Pattern Control และ/หรือ Group On/Off Control ด้วย จะต้องสามารถควบคุม Pattern หรือ Group ได้ ไม่น้อยกว่าที่กำหนด
- 5.4 Relay ที่ใช้ต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า 20A, 220V AC ยกเว้นที่ใช้กับระบบควบคุมหรือที่ระบุเฉพาะในแบบ

- 5.5 สวิตช์ไฟฟ้าเป็นแบบ Push Button พร้อมหลอดไฟแสดงภาวะการทำงาน (เปิด-ปิด) ภายในตัวเป็นชนิด ติดฝังในผนัง พร้อม Coverplate ชนิดเดียวกับสวิตช์ไฟฟ้าธรรมดา ติดตั้งที่ระดับเดียวกันกับสวิตช์ไฟฟ้า ธรรมดา
- 5.6 Central Selector Switch ต้องเป็นแบบที่มีขนาดกระทัดรัดพอเหมาะ ควบคุมวงจรได้ไม่น้อยกว่า 256 วงจร และสามารถทำการ Setting Pattern หรือ Group On/Off ได้ นอกจากนี้ข้อมูลในการ Setting วงจรต่าง ๆ ต้องสามารถส่ง ถ่ายระหว่างตัว Central Selector Switch นี้และ Transmission Unit ได้
- 5.7 Transformer, Transmission Unit, Relay Control Terminal Unit และ Relay ให้ติดตั้งไว้ในกล่องโลหะ โดยติดตั้งไว้ บริเวณใกล้เคียงกับแผงไฟฟ้า (Panelboard) ของวงจรที่จะควบคุมหรือติดตั้งไว้ตามตำแหน่งที่ระบุ
- 5.8 ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งแผงสวิตช์ Central Switch Panel และ Central Selector Switch ที่สามารถควบคุมได้ทุกวงจรที่ ห้อง Control Room และจะต้องติดตั้ง Local Switch ตามวงจรที่กำหนดไว้ในแบบ
- 5.9 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา Wireless Programming Unit จำนวนอย่างน้อย 2 ชุด สำหรับใช้ในการ Setting และ Programming (ในกรณีที่เป็น Wireless Setting)
6. การติดตั้ง
การติดตั้ง อาจมีการเปลี่ยนแปลงจากที่กำหนดไว้ได้ เพื่อความเหมาะสมและตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน
7. การทดสอบ
ให้ทดสอบค่าฉนวนของสวิตช์และเต้ารับ โดยต่อรวมเข้ากับวงจรไฟฟ้าในขณะที่ทดสอบฉนวนของสายไฟฟ้า

ส่วนที่ 9

ระบบเสารอากาศวิทยุ - โทรทัศน์รวม

1. ความต้องการทั่วไป
ระบบเสารอากาศวิทยุ-โทรทัศน์รวม เป็นระบบส่งสัญญาณวิทยุ-โทรทัศน์ จากแหล่งกำเนิดชุดเดียวกันไปยังจุดรับ สัญญาณต่าง ๆ ตามกำหนดโดยที่เครื่องรับวิทยุ และ/หรือ เครื่องรับโทรทัศน์ที่จุดใด ๆ ต้องไม่ก่อให้เกิดสัญญาณรบกวนซึ่งกันและกัน (Interference) อุปกรณ์ในระบบที่สำคัญต้องประกอบด้วยเสารอากาศรับสัญญาณ (Antennas), ชุดขยายสัญญาณ (Amplifiers), ชุดแยกและกระจายสัญญาณ (Tap-Offs and Splitters or Distribution Boxes), สายตัวนำสัญญาณ (Coaxial Cable), เต้าเสียบจ่ายสัญญาณ (Outlet Sockets) และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ซึ่งมีคุณสมบัติอย่างน้อยตามข้อกำหนดนี้ เพื่อให้ได้กำลังของสัญญาณที่จุดรับต่าง ๆ อยู่ในช่วง 60-80 dBuV (Decibel Microvolts)
2. ชุดขยายสัญญาณ (Amplifiers)
 - 2.1 ชุดขยายสัญญาณประกอบด้วย Channel Amplifier สำหรับสัญญาณโทรทัศน์แต่ละช่อง และในกรณีที่สัญญาณซึ่งได้รับจาก เสารอากาศรับสัญญาณมีกำลังอ่อน มีความเพี้ยน และ/หรือมีคลื่นรบกวน อาจมีความจำเป็นต้องใช้ Preamplifier, Filter และ/หรือ Automatic Gain Control (AGC).
 - 2.2 Channel Amplifier เป็นแบบที่มี TV Channel Output สูง Noise Figure ต่ำ Channel Amplifier แต่ละตัวมี Band Width เท่ากับ Band Width ของแต่ละช่อง Impedance 75 OHMS ใช้กับไฟฟ้ากระแสตรงที่จ่ายมาจาก Power Supply Unit Channel Amplifier นี้ มีจำนวนเท่ากับจำนวนช่องของโทรทัศน์ที่ออกอากาศ รวมถึงช่องสำหรับรับ สัญญาณจากจานรับดาวเทียมทั้งหมดติดตั้งร่วมกันบน Mounting Rail

	(FM)	(Band I)	(Band III)	UHF
Frequency Range	88-108 MHz	47-68 MHz	174-230 MHz	470-862 MHz
TV Channel	FM	2-4	5-12	21-69

	(FM)	(Band I)		(Band III)		UHF	
No. of Outputs	1	1	2-3	1	2-3	1	2-3
Gain (MIN.)	35 dB	35 dB	30 dB	35 dB	30 dB	35 dB	30 dB
Attenuation	-15 dB	-15 dB		-15 dB		-15 dB	
Flatness	-	<= 1 dB		<= 1 dB		<= 1 dB	
Maximum Output	>= 120 dBuV	>= 120 dBuV		>= 120 dBuV		>= 120 dBuV	
Noise Figure	<= 8 dB	<= 8 dB		<= 8 dB		<= 8 dB	

Multi-Band Amplifier

ใช้ติดตั้งเพื่อขยายสัญญาณทีวี เมื่อสัญญาณมีค่าต่ำกว่า 55 dB

Technical Data

- Frequency Range FM, Band I, Band III and UHF
- Number of Inputs 1,4
- Number of Output 1,2
- Gain 35 dB Adjustable Attenuators for Each Band
- Maximum Output Level 110 dBuV
- Noise Figure Less Than 8 dB

- 2.3 Channel Pre-Amplifier ในกรณีที่สัญญาณเข้า Channel Amplifier มีระดับที่ไม่เพียงพอในการขยายสัญญาณให้ได้ Output Level ตามความต้องการในแต่ละ Channel ให้ใช้ Channel Pre-Amplifier ขยายสัญญาณของ Channel ที่มีระดับสัญญาณไม่เพียงพอก่อนผ่านสัญญาณเข้า Channel Amplifier

Technical Data

- Gain 16 dB
- Noise Figure 7 dB
- Band Width One TV Channel
- Maximum Output Level 95 dBuV
- Input/Output Impedance 75 OHMS
- Ambient Temperature Range -20°C to + 50°C
- Supply Voltage 24 VDC
- Operating Voltage 24±0.5 VDC
- Input/Output Impedance 75 OHMS

- 2.4 ในกรณีที่สัญญาณรบกวนของระบบเสาอากาศที่รวม ผู้รับจ้างต้องจัดหาชุด Channel Converter เพื่อเปลี่ยนช่องสัญญาณโทรทัศน์เป็นช่องที่เหมาะสม และไม่มีสัญญาณรบกวนซึ่งกันและกัน (Interference) โดย Channel Converter ของแต่ละช่องสัญญาณต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้.-

Channel To IF Frequency Converter

- Input Frequency Range One TV Channel
- Output Frequency Range 33.15-40.15 MHZ

- Gain 9.5±1.5 dB
- Max. Noise Figure 9.5 dB
- Min. Output Level 106 DBV
- Operating Voltage 24±0.5 VDC
- Input/Output Impedance 75 OHMS

IF Frequency to Channel Converter

- Input Frequency Range 33.15-40.15 MHZ
- Output Frequency Range One TV Channel
- Gain 4.5±2 dB
- MAX. Noise Figure 10 dB
- MIN. Output Level 108 DBV
- Operating Voltage 24±0.5 VDC
- Input/Output Impedance 75 OHMS

IF Modulator

ใช้เพื่อเปลี่ยนสัญญาณทีวี และสัญญาณเสียงให้เป็น IF Carrier

Technical Data

Input	Video	Sound
Input Frequency	50 Hz-7 MHz (Video)	50 Hz-15 KHz
	50 Hz-5 Mhz (Video + Sound)	
Output if Carrier	38.9 MHz	38.9 MHz
Output Level (Adjustable)	75-90 dBuV	75-90 dBuV
Soung/Vision Ratio	-10 dB	-10 dB

- 2.5 Power Supply Unit เป็นชนิดที่ใช้ได้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลท์ 50 เฮิร์ต ซึ่งมี Rectifier ที่ให้ไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อป้อนไปยัง Channel Amplifier ทั้งหมด Power Supply Unit นี้ต้องสามารถจ่ายกระแสได้เพียงพอแก่ Amplifier ทั้งหมดที่ใช้ในระบบ และสามารถทำงานได้เป็นปกติตลอด โดยไม่เกิดความเสียหาย

Technical Data

- Mains Voltages 220V, 50-60 Hz
- Output 24 VDC±2%, 2.5 A MAX.
- Rated Input Power 125 VA or 100W
- Ripple ≤ 30 MV Peak-to-Peak
- Temperature Range 0°C to 45°C

- 2.6 การติดตั้งชุดขยายสัญญาณและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วต้องเป็นแบบ Rack Mounting หรือลักษณะคล้ายคลึงกันรวมอยู่ในตู้โลหะมีฝาปิดและมีช่องระบายความร้อนอย่างเพียงพอ

3. จานรับสัญญาณดาวเทียม

ตัวจานประกอบจากแผ่น Aluminium Reflector คุณภาพสูงติดตั้งบนเสาเหล็กชุบ Galvanized โดยสามารถปรับมุม และทิศทางได้สะดวกพร้อมอุปกรณ์จับยึดจานให้อยู่ตำแหน่งถาวรเมื่อปรับทิศทางเสร็จเรียบร้อยแล้ว ชุดของ Feed Horn ต้องมีทั้ง Vertical และ Horizontal

Technical Data

-	Input Frequency	3.7-4.2 GHz (C-Band)
-	Output Frequency	950-1450 MHz
-	Size of Disk	3.0 M
-	Gain	65 dB Minimum
-	Polarity	Linear; Circular
-	Noise Figure (25°C)	30 K
-	Output Impedance	75 OHMS
-	Operating Temperature	0-60°C

4. Satellite Receiver

ระบบรับสัญญาณดาวเทียมจัดหาเพื่อรับสัญญาณจาก Asia Sat หรือ Palapa B2P หรือ Panam Sat ชุดรับสัญญาณดาวเทียมจะต้องเป็นชนิด Rack-Mounted รับได้ทั้งสัญญาณ Vertical และ Horizontal

Technical Data

-	IF Input	950-1750 MHz
-	Audio Sub-Carrier	5.8-8.2 MHz
-	Input Level	63 dBuV
-	Output Frequency	470-862 MHz (PAL)
-	Output Level	105 dBuV
-	Operating Temp	10-50°C
-	Power Supply	220/230V $\pm$ 10% 50 Hz

5. ชุดแยกและกระจายสัญญาณ (Tap-Offs and Splitters or Distribution Boxes)

ชุดแยกสัญญาณ (Tap-Offs) และชุดกระจายสัญญาณ (Splitters or Distribution Boxes) เป็น Passive Equipments ชนิด Directional Coupler คุณสมบัติของอุปกรณ์เหล่านี้ต้องทำให้ได้สัญญาณที่จุดรับต่าง ๆ เป็นไปตามข้อกำหนด

Tap-Off	1-2 Taps	3-4 Taps
Tap Loss (dB)	13	15
Through Loss (dB)	2	4
Directional Isolation (dB)	≥ 25	≥ 25
Splitter	2 Ways	3-4 Ways
Through Loss (dB)	4	8
Isolation (dB)	≥ 20	≥ 20

Technical Data ข้างต้นใช้ที่ความถี่ UHF หรือที่ความถี่ 40-862 MHz

6. เต้าเสียบจ่ายสัญญาณ (Outlet Sockets)

- 6.1 เต้าเสียบสำหรับจ่ายสัญญาณให้แก่เครื่องรับวิทยุ-โทรทัศน์ โดยทั่วไปเป็นแบบ Flush Mounting ในกล่องโลหะที่เหมาะสม โดยที่เต้าเสียบนี้ต้องมีทั้งจุดจ่ายสัญญาณวิทยุ และจุดจ่ายสัญญาณโทรทัศน์บรรจุในกล่องและมีฝาครอบปิด (Cover-Plate) ขึ้นเดียว
- 6.2 เต้าเสียบที่ใช้อาจเป็นชนิด Loop-Through Network (Loop-Wired System) หรือ Tap-Off Network ได้ โดยต้องใช้เป็นชนิดเดียวกันทั้งโครงการและมีอุปกรณ์ประกอบการใช้งานเพื่อความสมบูรณ์ของระบบอย่างครบถ้วน

- 6.3 ในกรณีที่กำหนดให้เต้าเสียบเป็นแบบติดลอย (Surface Mounting) เต้าเสียบนั้นต้องมีกล่องบรรจุเฉพาะที่สวยงามเหมาะสมกับการติดลอย
- 6.4 เต้าเสียบจ่ายสัญญาณ โดยทั่วไปให้ติดตั้งสูงจากระดับพื้นดินประมาณ 30 เซนติเมตร
- 6.5 เต้าเสียบต้องทำด้วยพลาสติกทนความร้อนแบบ Wall Plug โดย Output Impedance ที่เต้าเสียบนี้มีค่าประมาณ 75 OHMS และเต้าเสียบนี้ต้องมีวงจรป้องกันการรั่วไหลของไฟฟ้า AC
7. **สายตัวนำสัญญาณ (Coaxial Cable)**
สายตัวนำสัญญาณต้องเป็น Coaxial Cable, 75 OHMS เหมาะสมกับการใช้งานในช่วงสัญญาณ VHF และ UHF ได้ และเหมาะสมกับการร้อยในท่อโลหะ การคำนวณขนาดของสายตัวนำสัญญาณให้คิดที่สัญญาณ UHF โดยค่าความสูญเสียของสัญญาณต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนด

	Tap-Off Branch Circuit Cable	Splitter to Tap Off Cable	Indoor Main Feeder Cable	Underground Main Cable	Overhead Self Supporting
Inner Conductor Solicit Copper of Diameter (mm.)	0.7	1.1	1.75	1.75	1.1
Dielectric	Polyethylene				
Outer Conductor	Tin-Plated Copper Screen	Overlapping Copper Tape			
Outer Cover	PVC	Polyethylene			Polyethylene with Supporting Wire
Impedance	75 OHMS ± 5%				
Attenuation Per 100 M. AT 700 MHz (dB)	28	16	11	11	16

8. **การติดตั้ง**
- 8.1 เส้าและสายอากาศนี้ ให้ติดตั้งไว้บนหลังคาของอาคารในตำแหน่งที่สามารถรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากสถานีส่งได้มากที่สุด ทั้งนี้ต้องเป็นตำแหน่งที่ได้รับการรบกวนจากเส้นแรงแม่เหล็กโลกน้อยที่สุดด้วย เส้าอากาศนี้ต้องยึดติดกับฐานไว้อย่างมั่นคงแข็งแรง และต้องไม่อยู่ใกล้สายไฟฟ้าซึ่งมีแรงดันไฟฟ้าเกินกว่า 250 โวลต์ การต่อสายต้องใช้อุปกรณ์ที่ผลิตขึ้นเพื่อการต่อสาย Co-Axial Cable โดยเฉพาะ
- 8.2 Power Supply Unit และ Channel Amplifier ให้บรรจุไว้ด้วยกันใน Cabinet ทั้งหมดนี้ต้องติดตั้งไว้ในตำแหน่งที่ใกล้เส้าอากาศมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ แต่ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและความสะดวกในการซ่อมบำรุงเป็นสำคัญ นอกจากนี้ให้เตรียมที่ว่างไว้สำหรับการติดตั้ง Channel Amplifier เพิ่มเติมในอนาคตได้อีกอย่างน้อย 4 ชุด (เตรียมไว้สำหรับ Cable TV หรือสัญญาณดาวเทียม)
- 8.3 Cabinet จะเป็นแบบที่สามารถตั้งอยู่ได้ด้วยตัวเอง หรือติดตั้งกับผนังก็ได้ ทำด้วยแผ่นเหล็กที่มีความหนาอย่างน้อย 2 มิลลิเมตร ซึ่งจะเชื่อมเป็นรูปร่างมีขนาดบรรจุได้ทั้ง Power Supply Unit พร้อมทั้ง Channel Amplifier สำหรับทุกช่องที่ออกอากาศในกรุงเทพมหานคร นอกจากนี้ต้องมีช่องว่างมากพอที่จะทำการบำรุงรักษาได้อย่างสะดวก Cabinet นี้ต้อง

มีประตูพร้อมด้วยกุญแจเปิด-เปิดได้ ด้านหลังของประตูต้องมี Nameplate List สำหรับบอกรายละเอียดของอุปกรณ์ที่บรรจุอยู่ภายในทั้งหมดติดไว้ด้วยตัว Cabinet นี้เคลือบด้วยสังกะสีโดยผ่านกรรมวิธีที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ แล้วทาหรือพ่นสีทับสองชั้นสีนี้ต้องเป็นแบบแห้งช้า ตำแหน่งและสถานที่ที่จะติดตั้ง Cabinet นี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

- 8.4 Protection System การติดตั้งเสาและสายอากาศทีวี ให้ติดตั้งอยู่ในแนว Protection ของสายล่อฟ้าของตัวอาคาร โดยคงรักษาคุณสมบัติตามข้อ 7.1 หากไม่สามารถจัดหาตำแหน่งดังกล่าวได้ ผู้ติดตั้งต้องจัดหาอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่า เพื่อป้องกันการผ่าลงเสาและสายอากาศทีวี โดยประกอบอุปกรณ์ดังกล่าวเข้ากับสายตัวนำที่อยู่บนอาคาร ทั้งนี้การติดตั้งต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน
- 8.5 Grounding สายดินนี้ต้องเป็นสายทองแดง เดินไปต่อเข้ากับระบบ Grounding จุดที่ใกล้ที่สุด
- 8.6 สายสัญญาณโดยทั่วไปให้ร้อยในท่อโลหะ การวางสายในรางสาย (Wireway) อาจกระทำได้อีกถ้าได้รับอนุมัติ จากผู้คุมงานและเป็นสถานที่ซึ่งเข้าถึงรางสายได้สะดวก โดยคุณสมบัติของท่อและรางสายให้เป็นไปตาม ข้อกำหนดในหมวดที่ว่าด้วย “ท่อร้อยสายและอุปกรณ์วางสาย”
- 8.7 เต้าเสียบจ่ายสัญญาณโดยทั่วไปให้ติดตั้งสูงจากระดับพื้นประมาณ 30 เซนติเมตร
- 8.8 ชุดแยกและกระจายสัญญาณ ให้บรรจุในกล่องโลหะที่ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมอย่างดี โดยเลือกขนาดของ กล่องให้เหมาะสม และให้ยึดกล่องนี้กับโครงสร้างอาคารในตำแหน่งที่กำหนดในแบบ หรือในตำแหน่งที่สมควร
- 8.9 ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Riser Diagram แสดงรายละเอียดการติดตั้ง พร้อมคำนวณค่าสัญญาณที่เต้าเสียบสัญญาณจุดใกล้และไกลที่สุดจากเสาอากาศ เพื่อให้ได้ค่าสัญญาณออกที่เต้าเสียบจ่ายสัญญาณตามที่กำหนดเพื่อประกอบการพิจารณาขออนุมัติด้วย
- 8.10 การติดตั้งอื่น ๆ ที่ไม่ได้ระบุไว้ ให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์นั้น ๆ

9. การทดสอบระบบ

- 9.1 ตรวจสอบ Output Signal Level ทำการตรวจสอบในขณะที่มีการส่งสัญญาณโทรทัศน์ทุกช่องที่รับได้ในเขตนั่นต้องจัด Output Signal Level ที่ Outlet ได้ในช่วง 60-80 dB ทุก ๆ Channel
- 9.2 ตรวจสอบการเดินสายและการเข้าสายของวัสดุ และอุปกรณ์ว่าถูกต้องเรียบร้อยตามแบบแสดงตำแหน่งและการคำนวณการสูญเสียของสัญญาณ
- 9.3 ทดสอบความมั่นคงแข็งแรงของวัสดุ และอุปกรณ์ที่ได้รับการติดตั้งในระบบเสาอากาศทีวีรวมทั้งหมด

ส่วนที่ 10

ระบบเสียง

1. ความต้องการทั่วไป

ระบบเสียงสำหรับโครงการนี้ เพื่อต้องการเป็นระบบประกาศเรียกโดยทั่วไป ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ดังต่อไปนี้.-

- 1.1 เครื่องขยายเสียง
- 1.2 ไมโครโฟนพร้อม On-Off Switch และ Electronic Chime
- 1.3 Zone Selector Switch
- 1.4 รีโมทไมโครโฟนและ Zone Selector Switch
- 1.5 ลำโพง

2. เครื่องขยายเสียง
 - 2.1 ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ IEC หรือ Din Standard มีกำลังขยายไม่ต่ำกว่ากำหนดในแบบ (ค่า RMS) ความเพี้ยนน้อยกว่า 0.5 % และ Output ของเครื่องขยายเสียงต้องเป็นระบบ 100 Volt Line
 - 2.2 Input ของเครื่องขยายเสียงต้องสามารถใช้กับ Microphone, Phono และ Tape ได้
 - 2.3 Frequency Response 60-18,000 Hz
 - 2.4 Supply Voltage 220V, 50 Hz
 - 2.5 Signal-to-Noise Ratio ≥ 60 dB
 - 2.6 มี Zone Selector Switch ตามจำนวน Zone ที่กำหนดในแบบและให้มี All Zone Switch สำหรับกระจายเสียงได้ทุก Zone พร้อมกันในกรณีฉุกเฉิน
3. ไมโครโฟนและ Electronic Chime

ไมโครโฟนต้องเป็นแบบ Condenser Microphone ชนิดตั้งโต๊ะและมีคุณภาพสูง หัวเป็นคอนแทกปรับระดับได้ทุกทิศทางพร้อมสวิตช์ปิด-เปิด นอกจากนี้ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้หรือใกล้เคียง

 - 3.1 Frequency Response 120-16,000 Hz
 - 3.2 Polar Pattern เป็นแบบ Directional Characteristic Hyper Cardioid
 - 3.3 Output Impedance 200 OHM
 - 3.4 Electronic Chime with 4 or 2 Continuous Tone
 - 3.5 มี Press to Talk Switch
4. ลำโพง
 - 4.1 ลำโพงชนิดติดเพดานต้องมี Operating Power ไม่น้อยกว่า 3 วัตต์ โดยใช้ 100 Volt Line Matching Transformer สามารถ Tapping ได้ที่ 3, 1.5 และ 0.75 วัตต์ และ Frequency Response 50-10,000 Hz โดยทั่วไปให้ Tap Line Matching Transformer ไว้ที่ 1.5 วัตต์ ตัวลำโพงเป็นแบบติดผนังหรือติดลอยกับเพดานพร้อม Decorative Grill ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 18 เซนติเมตร มี SPL ไม่ต่ำกว่า 90 dB ที่ 1 Watt/1 Meter
 - 4.2 Horn Loud Speaker ต้องเป็นชนิดติดเพดานหรือ ติดผนังโดยมี Operating Power ตามระบุในแบบ โดยใช้ 100 Volt Line Matching Transformer (เปอร์เซ็นต์ Tap 100 %, 50 %, 25 %) โดยทั่วไป Tap Line Matching Transformer ไว้ที่ 100% และมี SPL ไม่ต่ำกว่า 104 dB ที่ 1 Watt/1 Meter
5. การติดตั้ง
 - 5.1 สายสัญญาณเสียง ให้ใช้สายตัวนำไม่เล็กกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร ชนิดสายทนไฟ (Fire Resistant Cable) ตามระบุในแบบ
 - 5.2 ลำโพงให้ติดตั้งตามระบุในแบบ
 - 5.3 เครื่องขยายเสียงและไมโครโฟน ให้ติดตั้งตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบ
 - 5.4 เพื่อให้การติดตั้งและระบบใช้งานได้โดยสมบูรณ์ ผู้รับจ้างอาจจำเป็นต้องแก้ไขหรือเพิ่มเติมอุปกรณ์ในระบบซึ่งอาจจะกำหนดในแบบหรือข้อกำหนดนี้หรือไม่ก็ตาม แต่ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน
 - 5.5 ระบบ Grounding ให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต
 - 5.6 อุปกรณ์ทั้งหมดให้ติดตั้งใน Rack มาตรฐานตามที่โรงงานผู้ผลิตแนะนำ นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุถึงความต้องการด้านคุณสมบัติ สมรรถนะ และการติดตั้งตู้สาขาโทรศัพท์ รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ ทั้งหมดเพื่อให้การใช้งานโทรศัพท์มีความสมบูรณ์ครบถ้วนทุกประการ โดยมีขอบข่ายครอบคลุม ดังนี้-

- 1.1 ตู้สาขาโทรศัพท์ (Private Automatic Branch Exchange : PABX)
- 1.2 ชุดพนักงานรับสาย (Attendant Console หรือ Operator Console)
- 1.3 แผงกระจายสายรวม (Main Distribution Frame : MDF)
- 1.4 สายโทรศัพท์ ตลอดจนอุปกรณ์การเดินสาย เฉพาะส่วนที่กำหนดในแบบ
- 1.5 เดินสายโทรศัพท์ทั้งหมดอย่างครบถ้วนตามกำหนดในแบบ
- 1.6 จัดหาและติดตั้งกล่องพักสายโทรศัพท์ทุกส่วน (Telephone Terminal Cabinet)
- 1.7 จัดหาและพร้อมทั้งติดตั้งเด้ารับโทรศัพท์ทั้งหมด
- 1.8 ทดสอบระบบจ่ายสายโทรศัพท์ภายในโครงการร่วมกับผู้ติดตั้งตู้สาขาโทรศัพท์ และอุปกรณ์อื่น ๆ
- 1.9 จัดหาและติดตั้งระบบต่อลงดิน

รวมทั้งได้ระบุครอบคลุมถึงการให้บริการเกี่ยวกับการตรวจสอบ และซ่อมบำรุงหลังการติดตั้ง

2. ตู้สาขาโทรศัพท์

ตู้สาขาโทรศัพท์ (Private Automatic Branch Exchange : PABX) ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน CCITT ที่สามารถใช้กับระบบ ISDN ในอนาคตและเป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์ล้วน (Fully Electronic) มีการออกแบบในลักษณะ Modular กล่าวคือ แผงวงจรเป็นแบบเสียบ ถอดเปลี่ยนได้ง่าย (Plug-In Circuit Card) มีคุณสมบัติและความสามารถในการให้บริการอย่างน้อยตามกำหนดดังต่อไปนี้.-

- 2.1 ระบบควบคุมต้องเป็นแบบ Stored Program Controlled (SPC) โดยใช้ระบบ Multi-Processing Unit กล่าวคือมี Central Processing Unit (CPU) เป็นตัวหลักในการเก็บข้อมูลและสั่งงานของระบบทั้งหมด และมี Peripheral Processing Unit สำหรับทำงานช่วยเหลือ CPU ในบางส่วน
- 2.2 ระบบสวิตชิง (Switching Network) ต้องเป็น Digital Switching เพื่อการส่งผ่านสัญญาณต่าง ๆ ในระบบในลักษณะ Time Division Multiplexing (TDM) และ Pulse Code Modulation (PCM) โดยสัญญาณที่สามารถส่งผ่านได้นั้นอย่างน้อยต้องประกอบด้วย Simultaneous Voice and Data Communication
- 2.3 ข้อมูลและคำสั่งต่าง ๆ ที่ถูกบันทึกไว้ในหน่วยความจำชนิด Random Access Memory (RAM) ต้องไม่สูญหายเมื่อแหล่งจ่ายพลังงานจากภายนอกขัดข้องโดยสิ้นเชิง โดยใช้ Built-In-Nickel-Cadmium Battery เป็นตัวจ่ายพลังงานสำรองให้ได้ไม่น้อยกว่า 96 ชั่วโมง และระบบสามารถทำงานตามปกติได้ทันทีเมื่อแหล่งจ่ายพลังงานจากภายนอกเข้าสู่สภาวะปกติ
นอกจากนั้น ต้องมีหน่วยความจำถาวรอีกชุดหนึ่งที่สามารถบื้อนข้อมูลต่าง ๆ กลับเข้าสู่ระบบได้เมื่อ ข้อมูลใน RAM สูญหายไปเนื่องจากระยะเวลายาวนานเกินขีดความสามารถของพลังงานสำรองดังกล่าว
- 2.4 แผงวงจรสำหรับเชื่อมต่อสายโทรศัพท์ทั้งสายภายนอก (Exchange Line) และสายภายใน (Extension Line) ต้องสามารถรับ-ส่งได้ทั้งสัญญาณแบบหมุน (Rotary Dial Pulse) และสัญญาณแบบกดปุ่มความถี่ (Dial Tone Multi-Frequency : DTMF) โดยไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนแผงวงจรใหม่
- 2.5 อุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในตู้สาขาต้องมีจำนวนเพียงพอเพื่อให้ Traffic Capacity ต่อหนึ่งเครื่อง โทรศัพท์ภายในไม่น้อยกว่า 6 CCS (0.17 Erlang) บนพื้นฐานการคำนวณที่ Grades of Service : P = 0.01 บน สมมติฐานดังนี้.-

- | | | |
|----|-------------------------------------|------------|
| ก. | Internal Call Duration | 120 Second |
| ข. | External Call Duration | 180 Second |
| ค. | Internal Call Distribution | 40 % |
| ง. | External Outgoing Call Distribution | 30 % |
| จ. | External Incoming Call Distribution | 30 % |
- 2.6 ข้อมูลทางเทคนิคอื่น ๆ ที่ต้องการสำหรับตู้สาขาต้องเป็นดังนี้.-
- ก. ต้องทำงานได้เป็นปกติเมื่อ Loop Resistance ไม่น้อยกว่า 1,200 โอห์มรวมอุปกรณ์ที่ต่ออยู่กับ Loop นั้น ๆ ทั้งหมด
 - ข. สัญญาณต่าง ๆ ที่เข้าและออกจากตู้สาขาต้องไม่สูญเสียเมื่อ Leakage Resistance มีค่าเกินกว่า 20,000 โอห์ม
 - ค. ต้องสามารถใช้งานได้ดีที่อุณหภูมิแวดล้อมอยู่ในช่วง 0-30 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อมอยู่ระหว่าง 15 % - 65 %

3. ระบบบริการฝากข้อความ (Voice Mail Service)

ระบบตู้สาขาโทรศัพท์ จะต้องสามารถบริการฝากข้อความทั้งจากการเรียกจากภายนอกและภายในได้ เมื่อเลขหมายภายในที่ถูกเรียกมาไม่ว่างหรือไม่ตอบรับ การเรียกจะถูกต่อผ่านไปยังระบบฝากข้อความ โดยข้อความจะถูกจัดเก็บไว้ในหน่วยความจำ (User Mail Box) และจะแจ้งสัญญาณเตือนผู้ใช้ให้ฟังข้อความที่บันทึกเก็บไว้ ระบบจะต้องมีคุณสมบัติและความสามารถในการให้บริการอย่างน้อยตามกำหนดดังต่อไปนี้

- 3.1 ข้อความที่ถูกจัดเก็บจะต้องอยู่ในรูปของเสียงตามธรรมชาติ โดยมี Voice Prompt ซึ่งสามารถเลือกได้อย่างน้อย 2 ภาษา เพื่ออธิบายการใช้งาน
- 3.2 มีวงจรเพื่อใช้เชื่อมต่อกับระบบตู้สาขาโทรศัพท์ ไม่น้อยกว่า 8 วงจร
- 3.3 มีปริมาณหน่วยความจำของเสียง (Speech Memory) ไม่น้อยกว่า 10 ชั่วโมง
- 3.4 สามารถใช้ได้กับเครื่องรับโทรศัพท์ทั้งระบบ Digital และระบบ Analog-DTMF
- 3.5 มีการแจ้งเตือนไปยังเครื่องรับโทรศัพท์ เมื่อมีข้อความฝากอยู่ใน User Mail Box โดยใช้สายโทรศัพท์เพียง 1 คู่สายเท่านั้น
- 3.6 สามารถกำหนด Password เพื่อป้องกันข้อมูลใน User Mail Box ได้

4. ชุดพนักงานรับสาย

ชุดพนักงานรับสาย (Attendant Console หรือ Operator Console) ต้องมีคุณสมบัติและสมรรถนะดังนี้.

- 4.1 ชุดพนักงานรับสายชนิดธรรมดาสำหรับ PABX ที่มีขนาดเลขหมายภายในไม่เกิน 500 หมายเลขให้เป็นดังนี้
 - 4.1.1 เป็นแบบตั้งโต๊ะ (Desk Top Unit) สามารถติดตั้งห่างจากตู้สาขาได้ไม่น้อยกว่า 100 เมตร โดยใช้ระบบสายสัญญาณตามปกติ
 - 4.1.2 สายสัญญาณที่ใช้ต่อเชื่อมกับตู้สาขา ต้องใช้คู่สายจำนวนน้อย และเมื่อมีชุดพนักงานรับสายมากกว่าหนึ่งชุด แต่ละชุดต้องสามารถทำงานได้อย่างอิสระ
 - 4.1.3 ชุดพนักงานรับสาย แต่ละชุดจะต้องมีอุปกรณ์ควบคุมการทำงานต่างๆ อย่างน้อยดังนี้
 - ก. Display Unit (Monitor)
 - ข. Keyboard
 - ค. Hand Set
 - ง. Head Set

4.1.4 Display Unit (Monitor) จะต้องสามารถแสดงข้อมูลต่าง ๆ อย่างน้อยดังนี้.-

- ก. เวลาเป็นชั่วโมงและนาที
- ข. สถานะการใช้โทรศัพท์ภายใน (Status)
- ค. สถานะการรับสาย โอนสาย
- ง. หมายเลขโทรศัพท์ที่เรียกเข้ามา พร้อมแสดงสถานะการใช้งาน (Class of Service) ของเครื่องโทรศัพท์ภายในนั้น ๆ

4.2 ชุดพนักงานรับสายสำหรับ PABX ที่มีขนาดเลขหมายภายในมากกว่า 500 เลขหมายให้เป็นชนิดชุดรับโทรศัพท์ ประกอบรวมกับคอมพิวเตอร์พร้อม Software มาตรฐานและการประยุกต์เพื่ออำนวยความสะดวกในการรับโอนและโทรเรียกเลขหมายภายนอก รวมถึงการค้นหาชื่อหรือตรวจสอบชื่อผู้ใช้โทรศัพท์ภายในโครงการ

5. คุณสมบัติของการให้บริการ (Service Features)

ระบบตู้สาขาตลอดจนอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต่อเชื่อมกับตู้สาขา ต้องมีขีดความสามารถในการให้บริการ (System Features, Attendant Console Feature และ Station Feature) ได้ไม่น้อยกว่ากำหนดดังนี้.-

5.1 ขีดความสามารถในการให้บริการของระบบ (System Features)

- ก. ระบบจะต้องสามารถเชื่อมต่อกับระบบคอมพิวเตอร์ของอาคาร เพื่อทำการรับ-ส่งข้อมูลที่เป็นระหว่างกันได้ (Host Connection)
- ข. สามารถทำการตรวจวิเคราะห์การทำงานหรือเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมได้ ถึงแม้ในขณะที่เครื่องกำลังใช้งานอยู่ตามปกติ (On-Line Maintenance) ซึ่งได้กำหนดอุปกรณ์และความต้องการไว้ในข้อกำหนดนี้แล้ว
- ค. สายนอกและโอเปอเรเตอร์คอนโซล สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่ม ๆ ได้ สายนอกที่โทรเข้ามาจะถูกส่งไปยังโอเปอเรเตอร์ของกลุ่มนั้น ๆ ซึ่งโอเปอเรเตอร์สามารถโอนสายไปยังเครื่องภายในของกลุ่มนั้นได้ เสมือนหนึ่งมีระบบตู้สาขาหลาย ๆ ระบบอิสระจากกัน แต่ใช้อุปกรณ์หลักร่วมกัน (Tenant Service)
- ง. สายนอกที่ถูกพักสายเอาไว้ในระหว่างการรอสาย หรือการโอนสายจะได้ยินเสียงดนตรีในระหว่างการพักสายนี้ (Music on Hold)

5.2 ขีดความสามารถในการให้บริการของชุดพนักงานรับสาย (Attendant Console Features)

- ก. เมื่อโอเปอเรเตอร์รับสายนอก และต้องการโอนสายนอกไปยังเครื่องภายในซึ่งไม่ว่างก็สามารถ จองสาย (Camp-On) พร้อมกับส่งสัญญาณเสียงไปเตือนเครื่องภายในที่ไม่ว่างให้ทราบว่ามีสายนอกคอยอยู่อีกสายหนึ่งทันทีที่สายภายในว่างเครื่องก็จะโอนสายนอกที่พักคอยอยู่ไปให้โดย อัตโนมัติ (Attendant Camp-On)
- ข. ภายหลังจากที่โอเปอเรเตอร์โอนสายนอกไปยังเครื่องภายใน และเครื่องภายในตอบรับสายนอกนั้นแล้ว โอเปอเรเตอร์จะไม่สามารถแทรกการสนทนาได้ นอกจากเครื่องภายในนั้นจะโอนสายนอกกลับมายังโอเปอเรเตอร์ (Attendant Lock- Out)
- ค. โอเปอเรเตอร์ สามารถพูดแทรกเข้าไปในคู่สนทนาของเครื่องภายในกับสายนอกได้เมื่อต้องการ เช่น ขณะที่มีการสนทนาทางไกลคอยอยู่โดยจะมีสัญญาณเสียงเตือนให้คู่สนทนาทราบถึงการถูกแทรกล่วงหน้าด้วย (Attendant Override)
- ง. ภายหลังจากที่โอเปอเรเตอร์โอนสายนอกไปยังเครื่องภายใน แต่ยังไม่มีคนรับหรือพักสายไว้นาน (ประมาณ 30 วินาที) สายนอกที่พักคอยอยู่นั้นจะกลับมาเตือนโอเปอเรเตอร์เพื่อไม่ให้สายนอกคอยนานเกินควร (Automatic Recall)

5.3 ขีดความสามารถในการให้บริการแก่เครื่องภายใน (Station Features)

- ก. เมื่อเครื่องภายในต้องการติดต่อเครื่องภายในอีกเครื่องหนึ่ง ซึ่งไม่วางอยู่ในขณะนั้นหลังจากได้ยินสัญญาณไม่วางก็สามารถหมุนโค้ดเรียกกลับอัตโนมัติ เมื่อเครื่องทั้ง 2 วางลงพร้อมกันเมื่อใด ก็จะมีสัญญาณเรียกกลับโดยอัตโนมัติไปยังเครื่องทั้ง 2 ทันที (Call Back)
- ข. เมื่อมีสายเรียกไปยังเครื่องภายในขณะที่ไม่วางอยู่สายจะถูกโอนไปยังเครื่องภายในเครื่องอื่นที่กำหนดไว้หรือเลื่อนไปยังโอเปอเรเตอร์ได้ทันที (Call Forwarding-Busy-Line)
- ค. เมื่อมีสายเรียกไปยังเครื่องภายใน และไม่ได้รับการตอบรับภายในเวลาอันสมควร สายจะถูกโอนไปยังเครื่องภายในเครื่องอื่นที่กำหนดไว้ หรือโอเปอเรเตอร์ทันที (Call Forwarding-Don't Answer)
- ง. ในกรณีที่ผู้ใช้เครื่องภายในมิได้อยู่ประจำที่ของตัวเครื่องชั่วคราว ก็สามารถโปรแกรมให้ผู้ใดก็ตามที่เรียกมายังเครื่องนั้นโอนไปยังเครื่องที่ต้องการใหม่โดยอัตโนมัติ วิธีการโปรแกรมหรือลบโปรแกรมทำได้โดยการหมุนโค้ดพิเศษที่เครื่องโทรศัพท์นั้น หรือโดยโอเปอเรเตอร์ก็ได้ (Call Forwarding-Variable)
- จ. เครื่องภายในสามารถที่จะพักสายที่เรียกเข้ามา หรือสายที่เรียกออกหรือสายที่เรียกภายในด้วยกันหลังจากพักสายแล้วสามารถที่จะเรียกไปยังสายนอกสายอื่น หรือสายภายในด้วยกันและสามารถกลับมาพูดกับสายเดิมได้ (Call Hold)
- ฉ. สามารถจัดกลุ่มเครื่องภายในให้เป็นกลุ่ม ๆ ได้โดยเครื่องภายในของแต่ละกลุ่มสามารถหมุนโค้ดเพื่อรับสายที่เรียกมายังเครื่องใดก็ตามในกลุ่มนั้น โดยไม่จำเป็นต้องเดินไปรับที่เครื่องที่ถูกเรียก (Call Pickup)
- ช. เครื่องภายในสามารถหมุนเรียกโอเปอเรเตอร์ได้ โดยหมุนเลขตัวเดียว ซึ่งกำหนดให้เป็นเลข ใด ๆ ก็ได้ตามต้องการ (Dial Access to Attendant)
- ซ. เมื่อเครื่องภายในต้องการเรียกใช้สายเพื่อโทรออก แต่ไม่มีสายว่าง ก็สามารถหมุนโค้ดเพื่อจองการใช้สายนอก และวางหูได้เมื่อสายนอกว่างลง ก็จะมีสัญญาณเรียกกลับมายังเครื่องภายในนั้นโดยอัตโนมัติ และต่อสายนอกที่ว่างให้ เพื่อที่จะหมุนเลขหมายที่ต้องการต่อไป (Outgoing Trunk Quening)

6. การตรวจสอบและซ่อมบำรุง

- 6.1 การตรวจสอบการทำงานของระบบตลอดจนการซ่อมบำรุง และการเปลี่ยนแปลงข้อมูลคำสั่งการทำงาน ต่าง ๆ ของตู้สาขาให้สามารถกระทำได้โดยผ่าน Maintenance Administration Terminal (MAT) ซึ่งสามารถกระทำได้ในสถานที่ติดตั้งตู้สาขาโทรศัพท์ และจากระยะไกล (Remote Maintenance Administration Terminal : RMAT) จากสำนักงานของผู้ขายหรือผู้แทนจำหน่ายตู้สาขาโทรศัพท์
- 6.2 อุปกรณ์ในระบบ MAT หรือ RMAT นี้ให้ถือเป็นส่วนหนึ่งของการให้บริการหลังการติดตั้งซึ่งผู้ขายต้องมี เหล่านี้ให้บริการได้โดยทันที

7. ระบบบริหารการใช้โทรศัพท์ (Billing Machine)

- 7.1 เพื่อให้มีข้อมูลค่าใช้จ่ายในการใช้โทรศัพท์ของเครื่อง โทรศัพท์ภายในใด ๆ หรือกลุ่มใด ๆ ในระยะเวลาหนึ่งที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการบริหารงานด้านการใช้โทรศัพท์ จึงกำหนดให้มีอุปกรณ์บันทึกข้อมูลการใช้โทรศัพท์เป็น Microcomputer พร้อมอุปกรณ์อย่างครบถ้วนดังนี้.-
 - ก. Main Processor พร้อมหน่วยเก็บข้อมูลชนิด Hard Disk ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลการใช้โทรศัพท์ได้ไม่น้อยกว่า 250,000 ครั้ง
 - ข. Display Unit (Monitor)
 - ค. Keyboard
 - ง. Printer

- จ. Modem เพื่อเชื่อมต่อสัญญาณสื่อสารกับตู้สาขา
- 7.2 นอกจากนั้นต้องจัดเตรียม Software Program เพื่อการสั่งงานให้ระบบพิมพ์ผลออกมาได้ และสามารถชี้แสดงเป็นรายการค่าใช้จ่ายได้โดยมีข้อมูลหลักที่พิมพ์อย่างน้อยดังนี้-
- ก. วัน เวลาที่พิมพ์
- ข. ช่วงเวลาที่รวบรวมจากวันใดถึงวันใด
- ค. หมายเลขโทรศัพท์ภายใน หรือกลุ่มโทรศัพท์ภายในที่ได้รวบรวมไว้ (Extension Number หรือ Company)
- 7.3 ในรายละเอียดการพิมพ์ภายในต้องประกอบด้วย
- ก. หมายเลขที่ใช้โทรศัพท์ทางไกลติดต่อกับหมายเลขใด เมื่อวันและเวลาใด เป็นเวลาที่ใช้รวมนานเท่าใด คิดเป็นค่าใช้จ่ายรวมเท่าใด
- ข. จำนวนค่าใช้จ่ายในการใช้โทรศัพท์ภายในเขต (Local) ของโทรศัพท์ภายใน หรือกลุ่มของโทรศัพท์
- ค. จำนวนค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมด
8. ขนาดของตู้สาขาและอุปกรณ์
- ตู้สาขาโทรศัพท์และอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามข้อกำหนดนี้ต้องมีขนาดความสามารถ (Capacity) ไม่น้อยกว่ากำหนด ดังนี้-
- | | ขนาดเริ่มแรก | ขยายสูงสุด |
|---|--------------|------------|
| จำนวนคู่สายภายนอก (Exchange Line) | - | - |
| จำนวนวงจรเชื่อม (Tie Line Trunk) | 10 | 20 |
| จำนวนสายภายใน (Extension Line) | 1000 | 1600 |
| จำนวนชุดพนักงานรับสาย (Attendant Console) | 4 | 6 |
9. แผนกระจายสายรวม
- 9.1 แผนกระจายสายรวมสามารถแยกออกได้ 2 ตอนดังนี้-
- ก. แผนกระจายสายตอนที่หนึ่ง สำหรับพักสายทั้งหมดที่เชื่อมต่อกับตู้สาขาโทรศัพท์ และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ต้องเป็นชนิดที่สามารถเสียบปลั๊กเพื่อแยกสายออกได้ทุกคู่สาย
- ข. แผนกระจายสายตอนที่สอง สำหรับพักสายที่มาจากสายองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย และ สายของเครื่องภายในต้องเป็นชนิดที่สามารถติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่า เมื่อใดก็ได้ที่ต้องการ โดยไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนตำแหน่งคู่สาย และมีจำนวนเพียงพอตามกำหนดในแบบ
- 9.2 อุปกรณ์ประกอบต้องเป็นดังนี้-
- ก. อุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่า ต้องเป็นชนิดหลอดบรรจุก๊าซ สามารถนำกระแสไฟฟ้าลงดินได้ เมื่อแรงดันไฟฟ้าสูงเกินกว่า 230 โวลท์ หรือเกินกว่าที่ตู้สาขาโทรศัพท์จะรับได้ตามคำแนะนำของผู้ผลิต (ป้องกันสัญญาณรบกวนได้ทั้ง Common Mode และ Differential Mode) โดยอุปกรณ์นี้ต้อง เตรียมไว้สำหรับป้องกันสายด้านที่มาจากองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย
- ข. แผนกระจายสายต้องเป็นชนิดกระตัดรั๊ด แต่มีความแข็งแรง การเข้าสายและถอดสายสามารถกระทำได้ง่าย โดยเครื่องมือพิเศษ ห้ามใช้แบบสกรูยึดแผนกระจายสายนี้ต้องยึดอยู่บนฐานเฉพาะที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ
- ค. เครื่องมือพิเศษที่ต้องเตรียมไว้เพื่อมอบพร้อมกันตู้สาขานี้ต้องมีอย่างน้อยดังนี้-
- (1) เครื่องมือเข้าถอดสาย
- (2) ปลั๊กเสียบสำหรับการตรวจสอบสาย 4 ชุด

10. แผงรวมสาย
อุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ยึดถือเช่นเดียวกับแผงกระจายสายรวม ยกเว้นเครื่องมือพิเศษไม่รวมอยู่ในรายการนี้
11. เต้ารับโทรศัพท์
เต้ารับโทรศัพท์ เป็นชนิด RJ-45 Cat 6 Modular Jack มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน TIA/EIA-568 มีรหัสที่สามารถบอกตำแหน่งการเข้าสายให้ตรงตามมาตรฐาน ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา Extension Cord ยาวไม่น้อยกว่า 3 เมตร โดยมีเต้าเสียบตัวผู้ (Telephone Jack) ที่ปลายสายทั้ง 2 ด้าน และมีจำนวน Extension Cord เท่ากับเต้ารับที่ระบุในแบบและสำรองไว้อีก 10% เต้ารับโทรศัพท์จะต้องติดตั้งในกล่องเหล็กซึ่งฝังในผนัง และให้ติดตั้งที่ระดับเดียวกับเต้ารับไฟฟ้า
12. ระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้า
ระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้าจะต้องประกอบด้วย
- 12.1 Input Voltage 220 VAC, Single Phase, 50 Hz. (จากวงจรฉุกเฉิน)
 - 12.2 Output Voltage 48 หรือ 24 VDC
 - 12.3 Standby Seal Lead Battery มีขนาดซึ่งสามารถ Service ให้กับระบบโทรศัพท์ได้ไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง กรณีไฟฟ้าดับ
 - 12.4 Battery Charger ซึ่งสามารถ Maintain ให้ Battery Full Charge ได้ตลอดเวลา
13. สายโทรศัพท์และอุปกรณ์เดินสาย
- 13.1 สายโทรศัพท์สำหรับเต้ารับแต่ละจุด เป็นชนิด 4-pair UTP Cat 6 ขนาด 24 AWG หรือดีกว่า สามารถรองรับ 10BASE-T, 100BASE-T และ 1000BASE-T มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน TIA/EIA-568A/B และได้รับมาตรฐาน ISO/IEC-11801 โดยมีหนึ่งสล็อตรองรับผ่านการทดสอบตามมาตรฐานจากสถาบันนานาชาติที่เชื่อถือได้ และสามารถทำงานได้ (Operating Temperature) ที่อุณหภูมิระหว่าง -20 ถึง 60 องศาเซลเซียส
 - 13.2 ถ้ามีได้ระบุเป็นอย่างอื่นให้ใช้สายโทรศัพท์ชนิด TPEV จำนวนคู่สายตามกำหนดในแบบ โดยเดินจาก MDF ไปยัง PABX, Attendant Console และ TC
14. การติดตั้ง
- 14.1 ถ้ามีได้ระบุเป็นอย่างอื่น ให้ใช้สายโทรศัพท์ชนิดดังต่อไปนี้ในสถานที่ต่าง ๆ ดังนี้ (อาจใช้สายที่มีคุณภาพเทียบเท่าได้)
 - ก. สาย Alpeh Sheathed Cable ให้เดินใน Underground Duct ร้อยในท่อหรือในรางเดินสายเพื่อติดตั้งนอกอาคาร
 - ข. สาย TPEV ให้เดินระหว่าง MDF และ Terminal Box ใน Wireway หรือ Ladder หรือ Conduit ภายในอาคาร
 - ค. สาย UTP ให้เดินระหว่าง Patch Panel และ Outlet
 - 14.2 อุปกรณ์เดินสายอื่น ๆ ให้เป็นไปตามกำหนดในหมวดอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า
15. การทดสอบและการให้บริการ
- 15.1 หลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จ ต้องทดสอบการทำงานของระบบในทุก ๆ ด้านโดยสมบูรณ์ตามที่ผู้คุมงานหรือคณะกรรมการที่ได้รับการแต่งตั้งมีความเห็นชอบ
 - 15.2 ต้องจัดให้มีการบริการโดยไม่คิดค่าใช้จ่าย เพื่อการบำรุงรักษาผู้สาขาอย่างสม่ำเสมอเป็นระยะเวลา 12 เดือน และให้เสนอลักษณะการบริการ และราคาต่อปีสำหรับระยะเวลาหลังจากหมดการประกันแล้วด้วย

- 15.3 ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบวัสดุอุปกรณ์ที่ติดตั้งพร้อมทั้งทำการทดสอบสัญญาณค่า Loss ของสายโทรศัพท์ UTP โดยต้องสามารถใช้งานได้ตามมาตรฐานเดียวกับสายข้อมูลคอมพิวเตอร์

16. การฝึกอบรม

ต้องจัดให้มีการอบรมกับพนักงานรับสาย เจ้าหน้าที่บำรุงรักษา หรือคณะบุคคลของผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการที่ได้รับการแต่งตั้งขึ้นให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ส่วนที่ 12

ระบบโทรทัศน์วงจรปิด

(Closed Circuit Television System, CCTV)

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมรายละเอียดการจัดหา และติดตั้งอุปกรณ์ ระบบโทรทัศน์วงจรปิดตามที่แสดงไว้ในแบบและ ข้อกำหนดนี้ให้สามารถใช้งานได้สมบูรณ์ ตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง โดยระบบต่าง ๆ เป็นไปตามมาตรฐาน CCIR และต้องสามารถใช้กับไฟฟ้า 220 VAC 50 เฮิร์ตได้

2. ขอบข่าย

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ในระบบอย่างน้อยดังนี้

- 2.1 กล้องและเลนส์พร้อมฐานติดตั้ง (Cameras Lens With Bases)
- 2.2 จอภาพ (Monitors)
- 2.3 ชุดควบคุมและบันทึกภาพ (Digital Video Multiplexer and Recorder)
- 2.4 เครื่องคอมพิวเตอร์ (Work Station PC)
- 2.5 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply Unit)
- 2.6 ท่อร้อยสาย และสายสัญญาณ สายไฟฟ้าต่าง ๆ
- 2.7 Control Console Table

3. ความต้องการทางเทคนิค

3.1 กล้อง (Camera)

กล้อง Fix Type Camera ที่ใช้ติดตั้งโดยทั่วไปต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

-	Image Sensor	:	CCD Solid State Color Image Sensor, 1/3 Inch Format
-	Picture Element (PAL)	:	752 (H) x 582 (V) Minimum
-	Scanning System (PAL)	:	2:1 Interlace, 625 Lines/Frame
-	Resolution	:	460 Lines (Horizontal) Minimum
-	Minimum Illumination	:	0.4 Lux
-	Video Signal Output	:	1 Vp-p Composite Video, 75 OHMS
-	S/N Ratio	:	≥ 46 dB (AGC Off)
-	Automatic Gain Control (AGC)	:	Provided
-	Power Supply	:	12 VDC, 24 VAC 50 Hz
-	Indicator	:	Power-On, with LED

3.2 เลนส์ (Lens)

เลนส์ที่ใช้กับกล้อง CCD ต้องเป็นชนิด Auto Iris และมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- Vari-Focal Lens : 3.5 - 8 mm. Focal Length, Manual Control
- : 35°-79° Horizontal Angle of View for 1/3 Inch Format

3.3 ฐานรับกล้อง (Camera Base)

ตัวฐานทำด้วยอลูมิเนียมพร้อมพ่นสีป้องกันการผุกร่อน เป็นแบบชนิดติดกับผนังหรือติดกับ เพดานแล้วแต่ความเหมาะสม หรือความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน ตัวฐานรับกล้องต้องสามารถ รับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 4.5 kg. ติดตั้งพร้อม Housing ตามความเหมาะสมกับสภาพการใช้งาน

3.4 จอภาพ (Monitors)

จอภาพเป็นชนิด Color Video Monitor ขนาด 21" สำหรับแสดงภาพ Multi-screen และขนาด 14" สำหรับแสดงภาพ Spot จอภาพจะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อย ดังนี้

- Picture Tube : 14, 21-inch Diagonal, 90° Deflection
- Horizontal Resolution : ≥ 450 TV Lines
- Video Input : 1 Vp-p Composite Video, 75 OHMS
- Front Panel Control : Power On/Off Switch with LED, Contrast, Brightness, V-Hole H-Hole, Color
- Rear Panel Control : Video Input Termination (Provided for Loop-Through Operation)
- Power Supply : 220 VAC, 50 Hz

3.5 ชุดควบคุมและบันทึกภาพ (Digital Video Multiplexer and Recorder)

ชุดควบคุมและบันทึกภาพในระบบ Digital สามารถบันทึกภาพจากกล้องทุกกล้องที่มีการใช้งานอย่างต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง เป็นชนิด Duplex Operation มีคุณสมบัติอย่างน้อย ดังนี้

- Camera Input : 16-Channel, BCN Connectors, PAL
- Resolution : 720 x 512 PAL (Live Image)
- : 720 x 256 PAL (Record Image)
- Digital Zoom : x 2
- Display Mode : Main monitor ; Full, full sequence, quad, multi-screen, alarm call-up
- : Spot monitor ; Full, full sequence, alarm call-up
- : Camera name, Status mode, Time, Date
- Digital Video Motion Detection : Programmable masking 128 zones per camera
- : 5 levels Sensitivity Setting
- Recording / Playback : Frame Rate Adjustable ; 1 to 25 fps for each camera (25 fps when alarm mode)
- : Frame Quality Adjustable ; Standard, Medium and High for each camera
- : By select camera, By all camera
- : Search playback by camera number, duration time and date

-	Storage	:	Hard Disk $\geq$ 640 GB (Expandable) หรือสามารถบันทึกภาพทั้งหมดได้นานไม่น้อยกว่า 7 วัน / Multiple Harddisk Configuration.
-	Alarms	:	16 NO/NC (Input)
		:	2 NO/NC (Output)
-	Communications	:	RS232, LAN/WAN
-	Power Supply	:	220 VAC, 50 Hz
-	Feature	:	- Multiple Camera Display สำหรับจับภาพ หรือ Playback ขณะทำการบันทึกในเวลาเดียวกัน - ใช้ Windows 98 หรือสูงกว่า เพื่อรองรับระบบการใช้งาน - Camera Display พร้อมด้วย full Duplex 1,4,9,16 - Video Motion Detector ติดตั้งในตัวเพื่อต่อกับ Alarm Record Modes - Frames Per Second (FPS) ต่อกล้องจะต้องจัดสรรสำหรับไว้ mode normal และ alarm record mode - Remote Viewing, Access และ control ISDN และ TCP/IP (Lan /Wan / Internet), ซึ่งระบบนี้จะต้องสามารถรองรับการใช้งานกับระบบ CCTV ทุกระบบได้อย่างสมบูรณ์ เช่น การตั้งโปรแกรมสัญญาณเตือนภัย, camera FPS adjustments เป็นต้น - ระบบนี้ต้องสามารถทำงานได้โดยบันทึกภาพต่อเนื่อง และภาพนิ่งผ่านเครือข่ายได้ - Network access ต้องมีระบบรักษาความปลอดภัยอย่างน้อย 2 ระดับในการตรวจสอบ password - ระบบบันทึกภาพจะต้องสามารถทำ “แถบคาด” เพื่อป้องกันการรบกวน และให้เป็นไปตามกฎหมายเพื่อที่จะสามารถใช้เป็นหลักฐานในชั้นศาลได้ - Monitor Output สำหรับ SVGA และ analog เพื่อที่จะรับภาพแบบเต็มจอ หรือ multi-screen - ขนาดภาพอย่างน้อย 352 X 240 DPI - วัน/เดือน/ปี ติดตั้งในตัว - Alarm Record Modes ติดตั้งในตัว - จัดหาอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น Keyboard, PS/2 mouse, RS-422/RS-485 Converter, Window XP, Remote Site Software.

3.6 เครื่องคอมพิวเตอร์ (Work Station PC)

เครื่องคอมพิวเตอร์ใช้สำหรับ Remote Monitor ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

-	CPU	:	Intel Dual Core 1.66 GHz
---	-----	---	--------------------------

-	Memory	:	1 GB
-	Hard Disk	:	80 GB SATAII at 7200 rpm
-	Network Card	:	Gigabit Ethernet port
-	Interface	:	USB port, Parallel port, SCSI port
-	DVD-RW Drive	:	16x8x32x
-	Display Card	:	PCI Express
-	Monitor	:	LCD 19"
-	Printer	:	Laser Color, A4 Paper Size
-	Power Supply	:	220 VAC, 50Hz

3.7 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply Unit)

Power Supply Unit ประกอบด้วย UPS และ Sealed Lead Battery ที่มีขนาดใหญ่พอเพื่อที่จะจ่าย Power ให้กับอุปกรณ์ของระบบ CCTV ทั้งระบบ โดยมีระยะเวลา Back Up Time ไม่น้อยกว่า 30 นาที

4. การติดตั้งและทดสอบ

- 4.1 การเดินสายสัญญาณ และสายควบคุมต่าง ๆ โดยทั่วไปให้ร้อยในท่อโลหะ โดยชนิดของสายให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- 4.2 กำลังไฟฟ้าที่ระบบต้องการ หากนอกเหนือไปจากที่ระบุไว้ในรายละเอียดหรือในแบบ ให้ถือเป็นอุปกรณ์ประกอบของระบบ และอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างในการจัดหาและติดตั้งเพื่อให้การทำงานของระบบสมบูรณ์ ให้ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์และระบบตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นสมควร โดยมีผู้ควบคุมงานหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการเข้าร่วมทดสอบด้วย

ส่วนที่ 13

การอุดช่องเดินท่อ ช่องเจาะ ด้วยวัสดุป้องกันไฟและควันลาม (Fire Barrier System)

1. ความต้องการทั่วไป
เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นแก่บุคคลที่อยู่ภายในอาคาร อันเนื่องมาจากการเกิดเพลิงลุกไหม้จากบริเวณหนึ่งไปยังบริเวณหนึ่ง โดยอาศัยช่องและทางเดินสายไฟฟ้า จึงกำหนดให้ใช้วัสดุป้องกันไฟและควันลามตามกำหนดใน NEC Article 300-21 และ ASTM
2. คุณสมบัติของวัสดุ
 - 2.1 อุปกรณ์หรือวัสดุที่ใช้ป้องกันไฟและควันลามต้องเป็นอุปกรณ์หรือวัสดุที่ UL รับรอง
 - 2.2 อุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าวต้องป้องกันไฟได้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง
 - 2.3 อุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าวต้องไม่เป็นพิษขณะติดตั้งหรือขณะเกิดเพลิงไหม้
 - 2.4 สามารถถอดออกได้ง่ายในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข
 - 2.5 ทนต่อการสั่นสะเทือนได้ดี
 - 2.6 ติดตั้งง่าย
 - 2.7 อุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลามต้องมีความแข็งแรงไม่ต่ำกว่าก่อนหรือหลังเพลิงไหม้
 - 2.8 อุปกรณ์หรือวัสดุที่จะนำมาใช้ต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

3. การติดตั้ง

3.1 ให้ติดตั้งอุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลามตามตำแหน่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้.-

- ก. ช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนัง พื้น หรือคาน และชาฟท์ไฟฟ้าต่าง ๆ ซึ่งได้เตรียมไว้สำหรับการใช้งานติดตั้งระบบไฟฟ้าและสื่อสาร
- ข. ช่องเปิดหรือช่องลอด (Blockout or Sleeve) ที่เตรียมการไว้สำหรับติดตั้งระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสารในอนาคต
- ค. ช่องเปิดหรือช่องลอด (Blockout or Sleeve) สำหรับสายไฟฟ้าหรือท่อร้อยสายไฟฟ้าที่มีช่องว่างอยู่แม้เพียงช่องเล็กน้อยก็ตาม
- ง. ภายในท่อร้อยสายไฟฟ้าที่วางทะลุพื้นคอนกรีต ผนังคอนกรีต ซึ่งเป็นผนังทนไฟ เพื่อป้องกันไฟและควันลามตามท่อร้อยสายไฟฟ้า

3.2 กรรมวิธีการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องเสนอขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน

ส่วนที่ 14

การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ในผิวงานโลหะทุกชนิด ก่อนนำเข้าไปติดตั้งในหน่วยงานต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันการผุกร่อน และ/หรือ การทาสีตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ทุกประการ วิธีการทาสีต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำของบริษัทผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด เครื่องจักร อุปกรณ์ หรือวัสดุใด ๆ ที่ได้ผ่านการป้องกันการผุกร่อน และทาสีจาก โรงงานผู้ผลิตมาแล้ว หากตรวจพบว่ามีการผุกร่อน ชุด ชีด รอยคราบสนิมจับ และอื่น ๆ ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซม ชัดดู และทาสีให้เรียบร้อย โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน
- 1.2 ในระหว่างการทาสีใด ๆ ก็ตามผู้รับจ้างต้องหาวิธีป้องกันมิให้สีหยดลงบนพื้น ผนัง และอุปกรณ์ใกล้เคียงอื่น ๆ หากเกิดการหยดเปื้อน ต้องทำความสะอาดทันที ผลเสียหายใด ๆ ที่เกิดขึ้นต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

2. การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี

- 2.1 พื้นผิวโลหะที่เป็นเหล็ก หรือโลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก
 - ก. ให้ใช้เครื่องขัดสนิมตามรอยต่อเชื่อม และด้านหน้าต่าง ๆ จากนั้นใช้แปรงลวดหรือกระดาษทรายขัดผิวงานให้เรียบ และปราศจากสนิม หรืออาจใช้วิธีพ่นทรายเพื่อกำจัดคราบสนิมและเศษวัตถุแปลกปลอมออก จากนั้นจึงทำความสะอาดผิวงานไม่ให้มีคราบไขมันหรือน้ำมันเคลือบผิวหลง เหลืออยู่ โดยใช้ น้ำมันประเภทระเหยไว (Volatile Solvent) เช่น ทินเนอร์ หรือน้ำมันก๊าดเช็ดดู หลาย ๆ ครั้งแล้วใช้น้ำสะอาดล้างอีกครั้งหนึ่งจนผิวงานสะอาดพร้อมกับเช็ดหรือเป่าลมให้แห้งสนิทจึงทาสีรองพื้นตามคำแนะนำของผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด
 - ข. ในกรณีที่ผิวงานนั้นเคยถูกทาสีมาก่อนต้องขูดสีเดิมออกก่อน จึงเริ่มทำตามกรรมวิธีดังกล่าวข้างต้น
- 2.2 พื้นผิวโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็ก
 - ให้ทำความสะอาดโดยใช้กระดาษทราย แล้วเช็ดด้วยน้ำมันสน ห้ามใช้เครื่องขัดหรือแปรงลวดโดยเด็ดขาด แล้วจึงทาสีรองพื้น
- 2.3 พื้นผิวสังกะสีและเหล็กที่เคลือบสังกะสี
 - ให้น้ำยาเช็ดดูเพื่อขจัดคราบไขมันและฝุ่นออกก่อนทาสีรองพื้น
- 2.4 พื้นผิวทองแดง ตะกั่ว พลาสติก ทองเหลือง
 - ให้ขัดด้วยกระดาษทรายก่อนแล้วใช้น้ำยาเช็ดดูกำจัดฝุ่นก่อนทาสีรองพื้น

3. การทาหรือพ่นสี

3.1 ในการทาสีแต่ละชั้น ต้องให้สีที่ทาไปแล้วแห้งสนิทก่อน จึงให้ทาสีชั้นต่อไปได้

3.2 สีที่ใช้ทา ประกอบด้วยสี 2 ส่วนคือ

ก. สีรองพื้นใช้สำหรับป้องกันสนิม และ/หรือ เพื่อให้อึดเกาะระหว่างสีทับหน้ากับผิวงาน

ข. สีทับหน้าใช้สำหรับเป็นสีเคลือบชั้นสุดท้าย เพื่อใช้ในการแสดงรหัสของระบบต่าง ๆ ชนิดสีที่ใช้ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม

3.3 ประเภทหรือชนิดของสีที่ใช้ ให้เป็นไปตามระบุในตารางข้อ 4

4. ตารางการใช้ประเภทสีตามชนิดของวัสดุในสภาวะแวดล้อม

ชนิดของผิววัสดุ	บริเวณทั่วไป	บริเวณที่มีความชื้นสูง, บริเวณที่มีการผูกเรือนสูง
- Black Steel Hanger & Support	ชั้นที่ 1 Red Lead Primer	ชั้นที่ 1 Epoxy Red Lead Primer
- Black Steel Sheet	ชั้นที่ 2 Red Lead Primer	ชั้นที่ 2 Epoxy Red Lead Primer
- Switchboard, Panelboard ซึ่งทำจาก Black Steel Sheet	ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Alkyd	ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Epoxy ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Epoxy
- Galvanized Steel Hanger & Support	ชั้นที่ 1 Wash Primer	ชั้นที่ 1 Wash Primer
- Galvanized Steel Sheet	ชั้นที่ 2 Zinc Chromate Primer	ชั้นที่ 2 Epoxy Red Lead Primer
ในกรณีที่ไม้ได้ระบุรหัสสี ให้ใช้สีทับหน้าเป็นสีออลูมิเนียม	ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd	ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Epoxy
	ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Alkyd	ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Epoxy
	ชั้นที่ 1 Coal Tar Epoxy ชั้นที่ 2 Coal Tar Epoxy	ชั้นที่ 1 Coal Tar Epoxy ชั้นที่ 2 Coal Tar Epoxy
- Stainless Steel Sheet	ชั้นที่ 1 Wash Primer	ชั้นที่ 1 Wash Primer
- Aluminium Sheet	ชั้นที่ 2 สีทับหน้า Alkyd	ชั้นที่ 2 สีทับหน้า Alkyd
- Light Alloy	ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd	ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Epoxy
- Conduit Clamp		

หมายเหตุ:- ในกรณีที่มีการซ่อมสีเนื่องจากการเชื่อม การตัด การเจาะ การขีดหรือการทำเกลียวให้ใช้สีรองพื้น จำพวก Zinc Rich Primer ก่อนลงสีทับหน้า

5. รหัสสีและสัญลักษณ์

5.1 ให้แสดงรหัสสีที่ Clamp ของท่อรอบสาย และท่อร้อยสาย

5.2 รหัสสีที่ท่อร้อยสายต้องทำเป็นแถบสีมีความกว้างไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร ในตำแหน่งใกล้ ๆ กับกล่องต่อแยกสาย

5.3 ที่ฝากล่องต่อแยกสายและกล่องดึงสายต้องมีอักษรสัญลักษณ์

5.4 กำหนดสีของรหัส และสัญลักษณ์ต่าง ๆ ตามตารางข้อ 6

6. ตารางแสดงรหัสสีและสัญลักษณ์

ลำดับที่	รายละเอียด	ตัวอักษร	รหัสสี	สัญลักษณ์
1.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้ากำลังปกติ	N	แดง	ดำ
2.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าฉุกเฉิน	E	เหลือง	แดง
3.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้	FA	ส้ม	แดง
4.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบเสียง	S	ขาว	ดำ
5.	ท่อ-ราง สายสัญญาณวิทยุ-โทรทัศน์รวม	MA	ขาว	ดำ
6.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบโทรทัศน์วงจรปิด	CC	น้ำเงิน	ดำ
7.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบรักษาความปลอดภัย	SEC	น้ำเงิน	ดำ
8.	ท่อ-ราง สายสัญญาณนาฬิกาไฟฟ้า	CL	น้ำตาล	ดำ
9.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบการจัดพลังงาน (BAS)	BAS	ฟ้า	ดำ
10.	ท่อ-ราง สายสัญญาณโทรศัพท์	TEL	เขียว	ดำ
11.	ท่อ-ราง สายสัญญาณคอมพิวเตอร์	COMP.	ดำ	ขาว
12.	อุปกรณ์ยึดแขวนท่อร้อยสายไฟฟ้าและสายสัญญาณ	-	เทาเข้ม	-
13.	Distribution Board & Motor Control Board ระบบไฟฟ้าปกติ	-	งาช้าง	ดำ
14.	Distribution Board & Motor Control Board ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน	-	งาช้าง	แดง
15.	Busbar และสายไฟฟ้า เฟส A (R)	-	ดำ	-
16.	Busbar และสายไฟฟ้า เฟส B (S)	-	แดง	-
17.	Busbar และสายไฟฟ้า เฟส C (T)	-	น้ำเงิน	-
18.	Busbar และสายไฟฟ้าสายศูนย์ (N)	-	ขาว	-
19.	Busbar และสายไฟฟ้าสายดิน (G)	-	เขียว	-

ส่วนที่ 15

Surge Protective Device (SPD)

1. ข้อกำหนดทั่วไป

อุปกรณ์ Surge Protective Device (SPD) มีจุดประสงค์เพื่อใช้ลดผลกระทบที่เกิดจากสภาวะ และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอันเป็นผลของการเกิดฟ้าผ่าจากภายนอกอาคาร รวมทั้ง Surge ต่าง ๆ ที่ผ่านเข้ามาทางสายไฟฟ้ากำลัง หรือจากการเหนี่ยวนำไฟฟ้า

2. มาตรฐาน

SPD จะต้องได้รับการออกแบบ และรับรองตามมาตรฐาน IEC หรือเทียบเท่า

3. ความต้องการทั่วไป

SPD ที่ใช้ในระบบไฟฟ้ากำลังจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้

- Lightning Current Arrester
- Voltage Arrester

อุปกรณ์ทั้งสองข้างต้นจะต้องทำงานประสานกันได้ดี โดยให้เพิ่ม Inductance Coil (Decoupling Inductance) เข้าไปด้วย เพื่อให้ระบบทำงานสอดคล้องสมบูรณ์ขึ้น

4. ความต้องการทางเทคนิค

4.1 Lightning Current Arrester

Lightning Current Arrester ให้เป็นประเภท Spark Gap เพื่อดัก Surge ที่รูปคลื่น 10/350 ไมโครวินาที ตาม IEC 1024-1, IEC 1312-1, IEC 61643-1 คุณสมบัติทางเทคนิคเป็นดังนี้

- Arrester class : Class B
- Rated voltage U_c : 255 Vac/50 Hz.
- Lightning impulse current (10/350 μ s) : 50 kA/Pole
- Voltage protection level (1.2/50 μ s) : ≤ 2.5 kV
- Response time : ≤ 100 ns
- Back up fuse : 250 AgL
- Short Circuit withstand capability with max. back up fuse : 50 kA/50 Hz.
- Operating temperature : $-40^\circ\text{C} \dots +80^\circ\text{C}$
- Follow current exiting capability : 4 kArms

4.2 Voltage Arrester

Voltage Arrester ให้เป็นประเภท High Capacity Varistor หรือชนิด Build-In Varistor Series with Spark Gap เพื่อดัก Surge ที่มาจากระบบ Switching และจาก Impulse ของฟ้าผ่า โดยลดระดับของ Voltage Impulse ลงเหลือในระดับที่ปลอดภัยตามกำหนดใน IEC 61643-1 ระบบจะต้องเพิ่ม Decoupling Elements เพื่อให้การทำงานสอดคล้องกันได้สมบูรณ์ขึ้น คุณสมบัติทางเทคนิคเป็นดังนี้

- Arrester class : Class C
- Rated voltage U_c : 275 Vac/50 Hz.
- Nominal discharge current (8/20 μ s) : 20 kA/Pole
- Maximum discharge current (8/20 μ s) : 65 kA/Pole
- Voltage protection level : ≤ 1.25 kV
- Response time : ≤ 25 ns
- Back up fuse : 125 AgL
- Short Circuit withstand capability with max. back up fuse : 25 kA/50 Hz.
- Operating temperature : $-40^\circ\text{C} \dots +80^\circ\text{C}$
- Type : Plug-in Module with base
- Fault indication : Red indicator flag in glass window

4.3 Impulse Counter

ให้จัดเครื่องนับ Surge เพื่อบันทึกจำนวนครั้งของการเกิด Discharge ของ Lightning Current Arrester คุณสมบัติทางเทคนิคดังนี้

- Operating threshold for surge current I_s : $> 1 \text{ kA}$ with rise time of $8...10 \mu\text{s}$
- Operating threshold for impulse train t : $> 1 \text{ s}$
- LCD indicator : electronic counter $0...99$
- Power supply : 9V battery, exchange cable

5. การติดตั้ง

อุปกรณ์ต่าง ๆ จะต้องติดตั้งอยู่ภายในตู้หรือกล่องแยกต่างหากจากแผงไฟฟ้าอื่น ๆ โดยมีป้ายแสดงชนิดของอุปกรณ์ติดให้เห็นอย่างชัดเจน กล่องจะต้องมีความแข็งแรงเพื่อรับแรงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นขณะอุปกรณ์ทำงาน และจะต้องเป็นชนิดที่ผู้ผลิตได้ทดสอบให้การรับรอง

6. การทดสอบ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดระบบการทดสอบเพื่อแสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์มีความสมบูรณ์ และพร้อมจะรับเหตุต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นตามการออกแบบ

ส่วนที่ 16

เครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้า (Circuit Measuring Device)

1. ข้อกำหนดทั่วไป

ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้ง และทดสอบเครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้า สำหรับระบบจ่ายไฟ ตามที่กำหนดในแบบ จนสามารถใช้งานได้ อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ ตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการ

2. มาตรฐาน

เครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้านี้ จะต้องได้มาตรฐานตาม UL, VDE หรือมาตรฐานเทียบเท่า

3. ความต้องการทั่วไป

- 3.1 สามารถวัดสัญญาณได้อย่างน้อยดังนี้ : A, V, kW, KWH, Kvar, Kvarh, KVA, PF, Hz, Harmonic
- 3.2 สามารถแสดงข้อมูลที่วัดได้ ในลักษณะของรูปคลื่น (Waveform) ได้
- 3.3 สามารถวัดค่าสูงสุด และต่ำสุด (Max/Min) ของสัญญาณ รวมถึงค่า Peak Demand และบันทึกข้อมูลเก็บไว้ได้
- 3.4 มีหน่วยความจำสามารถเก็บข้อมูลที่บันทึกไว้ได้ แม้ในกรณีไฟดับ
- 3.5 สามารถเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างเครื่องวัดได้ และทำให้ระบบขยายออกไปได้ โดยเชื่อมต่อผ่าน Standard Communication Port RS485
- 3.6 สามารถเชื่อมโยงกับระบบ Building Automation System (BAS) ได้
- 3.7 สามารถเชื่อมต่อกับ Personal Computer และจัดเตรียม Software ที่ช่วยในการจัดการข้อมูล

4. ความต้องการทางด้านเทคนิค

เครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้า จะต้องมีความสมบัติทางด้านเทคนิค ดังต่อไปนี้

- | | | |
|-----------------------|---|--------------------|
| Input Voltage | : | 230 VAC $\pm 10\%$ |
| Input Frequency | : | 50 Hz |
| Temperature Operating | : | -20 to 60°C |

- | | | |
|-------------------------|---|-----------------------------------|
| Accuracy of Measurement | : | Not More Than 1% Error |
| Harmonic Response | : | 13 th Harmonic or More |
| Auxiliary Contact | : | 2 Universal I/O |
5. การติดตั้ง
การติดตั้งเครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้า ให้เป็นไปตามมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต
 6. การทดสอบ
ผู้รับจ้างต้องทดสอบ และทำการเปรียบเทียบกับอุปกรณ์วัดมาตรฐาน จนสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง
 7. การอบรมการใช้งาน และบำรุงรักษา
 - 7.1 ผู้รับจ้างต้องอบรม และแนะนำวิธีการใช้งานให้กับเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้าง
 - 7.2 ผู้รับจ้างต้องให้คู่มือการปฏิบัติการ และบำรุงรักษาอุปกรณ์ ไม่น้อยกว่า 4 ชุด แก่ผู้ว่าจ้างก่อนส่งมอบงาน

ส่วนที่ 17

ระบบควบคุมประตูเข้า-ออก (Access Control System)

1. ความต้องการทั่วไป
ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมรายละเอียดการจัดหา และติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมประตูเข้า-ออกตามที่แสดงไว้ในแบบและข้อกำหนดนี้ ให้สามารถใช้งานได้สมบูรณ์ตามความต้องการ
2. ความต้องการทางด้านเทคนิค
 - 2.1 System Console เป็นชุดควบคุมอุปกรณ์หลักประกอบด้วย File Server, Dot Matrix Printer และ System Software ต่าง ๆ ระบบสามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการ Window การแก้ไขปรับปรุงหรือการป้องกันข้อมูลจะต้องสามารถทำได้ทั้งที่เครื่องคอมพิวเตอร์ สามารถกำหนดระดับของผู้ควบคุมและการควบคุมได้ และสามารถกำหนดช่วงเวลาในการเข้า-ออกของแต่ละผู้ถือบัตรรวมถึงการบันทึกข้อมูลการเข้า-ออกและการรายงานแสดงผลทางหน้าจอคอมพิวเตอร์
 - 2.2 Main System Control Unit เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่สื่อสารข้อมูลระหว่าง Reader ของแต่ละประตู และ System Console ในกรณีที่ขาดการติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ระบบจะต้องสามารถทำงานในลักษณะ Stand Alone ได้โดยใช้หน่วยความจำและข้อมูลภายในชุดควบคุม และในกรณีที่ไฟฟ้าดับให้มีระบบไฟฟ้าสำรองเพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้ ระบบจะต้องสามารถถ่ายเทข้อมูลระหว่างที่ขาดการติดต่อเพื่อเก็บบันทึกไว้ในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ได้โดยอัตโนมัติ ระบบจะต้องสามารถรองรับเครื่องอ่านบัตร (Card Reader) ได้ไม่น้อยกว่า 200 เครื่อง และสามารถขยายเพิ่มเติมในอนาคตได้ และระบบจะต้องสามารถรองรับผู้ถือบัตร (Card Holder) ได้ไม่น้อยกว่า 20000 ใบ
 - 2.3 Door Controller Unit (DCU) เป็นอุปกรณ์ที่ควบคุมชุดลิคประตู, อ่านข้อมูล Transaction Code ส่งให้ Main System Control Unit เพื่อประมวลผล กรณีที่ขาดการติดต่อกับ Main System Control Unit ชุด Door Controller Unit จะต้องทำงานแบบ Stand Alone ได้ และในกรณีที่ไฟฟ้าดับแผงควบคุมจะต้องมีระบบไฟฟ้าสำรองให้ระบบสามารถทำงานได้ รวมถึงต้องสามารถถ่ายเทข้อมูลระหว่างที่ขาดการติดต่อกับ PC ได้โดยอัตโนมัติ
 - 2.4 Card Reader เป็นชนิด Contactless Smart Card Reader ติดฝังในผนังพร้อมฝาปิดที่มีความแข็งแรง ทนต่อแรงกระแทกได้โดยไม่แตกหัก มีระยะอ่านบัตรไม่น้อยกว่า 7.5 ซม. เครื่องอ่านบัตรจะทำงานโดยการอ่านข้อมูลจากบัตร และส่งข้อมูลที่ได้อุปประมวลผลยัง Door Controller Unit และ Main Database Unit เครื่องอ่านบัตรจะต้องมีดวงไฟสัญญาณและเสียงแสดงสถานะอนุญาตให้เข้าหรือไม่ และกรณีที่มี Built-In Key Pad ผู้ใช้บัตรจะต้องกดรหัสประจำตัวควบคู่ไปกับการใช้บัตร

- 2.5 Card เป็นชนิด Smart Card มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 8 kbit ผลิตด้วย PVC หรือ Polyester ที่มีคุณภาพสูงมีความคงทนต่อสภาพการใช้งาน มีขนาดเท่ากับบัตรเครดิตสามารถติดรูปถ่าย 1" Polaroid ของผู้ถือบัตรได้ บัตรแต่ใบจะต้องมีรหัสที่ไม่ซ้ำกันและป้องกันการปลอมแปลงบัตร ข้อมูลในบัตรจะต้องไม่สามารถอ่านได้ด้วยเครื่องอ่านบัตรทั่วไป ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมบัตรให้แก่ผู้ว่าจ้างจำนวนไม่น้อยกว่า 1000 ใบ
 - 2.6 Electric Door Lock เป็นชนิด Magnetic Lock ใช้แรงแม่เหล็กซึ่งมีแรงดูดไม่น้อยกว่า 1000 ปอนด์ ติดตั้งที่ประตูตามทีระบุในแบบ ซึ่งจะทำหน้าที่ล็อกหรือปลดล็อกประตูตามคำสั่งจาก Door Controller Unit แต่ถ้ากรณีแหล่งจ่ายไฟฟ้าขาดหายไป Door Lock จะต้องปลดล็อกโดยอัตโนมัติ (Fail Safe)
 - 2.7 Magnetic Door Contact แบบ SPDT เพื่อบอกสถานะ (Status) ของประตูว่าขณะนั้นเปิดหรือปิดอยู่ และรายงานสถานะไปยัง Door Controller Unit
 - 2.8 Buzzer Alarm ทำหน้าที่แจ้งเตือนกรณีประตูถูกเปิดค้างไว้นานเกินกว่าเวลาที่กำหนดหรือประตูปิดไม่สนิท
 - 2.9 Tamper Switch ติดตั้งที่ฝาเปิดของแผงควบคุมหรือกล่องต่อสาย ทำหน้าที่แจ้งเตือนไปยังชุดควบคุมกรณีที่มีผู้ขยับจากตำแหน่งที่ปิดไปมากกว่า 3 มม.
 - 2.10 Power Supply ประกอบด้วย UPS และ Sealed Lead Battery ที่มีขนาดใหญ่พอเพื่อที่จะจ่าย Power ให้กับอุปกรณ์ของระบบ Access Control ทั้งระบบ โดยมีระยะเวลา Back Up Time ไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง
3. การติดตั้งและทดสอบ
- การติดตั้งให้เป็นไปตามคำแนะนำของโรงงานผู้ผลิตและตามกำหนดในแบบ และทดสอบอุปกรณ์ตามหน้าที่ของแต่ละระบบเพื่อให้แน่ใจได้ว่าระบบทำงานได้อย่างสมบูรณ์ตามต้องการ

ส่วนที่ 18

เครื่องสำรองไฟฟ้าฉุกเฉิน (Uninterruptible Power Supply : UPS)

1. ความต้องการทั่วไป
 - 1.1 ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมรายละเอียด คุณสมบัติ และการติดตั้งเครื่องสำรองไฟฟ้าฉุกเฉิน UPS, อุปกรณ์ควบคุม, Bypass Switch ตลอดจน Battery Backup
 - 1.2 เครื่อง UPS เป็นแบบ Online UPS with Parallel Redundancy Configuration ใช้สำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้าฉุกเฉินให้แก่อุปกรณ์ไฟฟ้าที่จำเป็นโดยอัตโนมัติเมื่อไฟฟ้าเกิดขัดข้อง โดยขนาดกำลังไฟฟ้าต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบเพื่อจ่ายโหลดที่ Power Factor 0.8 Lagging, 380/220V, 3-Phase, 4-Wire, 50 Hz. และจะต้องมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 90 %
 - 1.3 เครื่อง UPS และอุปกรณ์ประกอบ ต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC, EN, VDE, BS, ANSI, UL, ISO หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
 - 1.4 เครื่อง UPS จะต้องทำการทดสอบรายละเอียดต่าง ๆ ของ UPS ตามข้อกำหนด ณ โรงงานผู้ผลิตก่อนการจัดส่ง พร้อมด้วยรายงานการทดสอบซึ่งได้รับการรับรอง
 - 1.5 ผู้รับจ้างจำเป็นต้องดำเนินการจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ที่จำเป็น ถึงแม้ว่าจะไม่ระบุไว้ในแบบหรือข้อกำหนดก็ตาม เพื่อให้เครื่อง UPS ทำงานได้สมบูรณ์ตามความต้องการของวิศวกร
2. เครื่อง UPS
 - 2.1 เครื่อง UPS จะต้องมีการทำงานในสภาวะการณดังต่อไปนี้

ก. ในภาวะการณปกติ

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าจ่ายให้กับเครื่อง UPS ตามปกติชุด Rectifier จะทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ที่สม่ำเสมอเพื่อจ่ายให้กับชุด (Inverter) และพร้อมกันนี้ก็จะประจุแบตเตอรี่ให้อยู่ในสภาพเต็มตลอดเวลา (Fully Charge) ชุด Inverter เมื่อได้รับไฟฟ้ากระแสตรงแล้ว ก็สามารถเปลี่ยนเป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่คงที่เพื่อจ่ายให้กับ Load ต่อไป

ข. ในภาวะการณฉุกเฉิน

เมื่อกระแสไฟฟ้าเกิดขัดข้องชุด Rectifier จะหยุดทำงาน และแบตเตอรี่สามารถจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้กับชุด Inverter เพื่อแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ และจ่ายให้กับ Load ได้ทันทีโดยไม่ขาดตอน เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 15 นาทีหรือตามที่กำหนด หลังจากนั้นถ้ากระแสไฟฟ้าตามปกติยังไม่จ่ายไฟมาเครื่องจะหยุดทำงานอัตโนมัติ (Automatic Shutdown) พร้อมสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)

ค. ในภาวะการณ Bypass

Automatic Bypass

เมื่อเครื่อง UPS ทำงานขัดข้องหรือใช้ไฟฟ้าเกินกำลัง (Overload) ชุด Bypass Switch ต้องสามารถย้าย Load จากชุด Inverter ไปต่อเข้ากับไฟฟ้าด้าน Reserve ไว้ได้โดยอัตโนมัติโดยไม่ขาดตอน และเมื่อทุกอย่างอยู่ในภาวะปกติชุด Bypass Switch ก็ต้องสามารถย้าย Load กลับมาต่ออย่างเดิมได้โดยอัตโนมัติ และไม่ขาดตอนเช่นกัน

Manual Bypass

ในกรณีต้องการซ่อม หรือบำรุงรักษา UPS ให้มีอุปกรณ์ Manual Bypass เพื่อป้องกันอันตรายในขณะปฏิบัติงานกับ UPS การ Transfer หรือ Retransfer โดยอุปกรณ์ Manual Bypass ต้องสามารถ Synchronize ด้าน Power Supply ทุกสภาวะได้ และไม่ทำให้เกิดขาดตอน

2.2 เครื่อง UPS จะต้องมีอุปกรณ์ควบคุมชุดประกอบสำเร็จรูปรวมกับเครื่อง UPS เพื่อความปลอดภัยดังนี้

ก. อุปกรณ์ป้องกัน

ต้องมีอุปกรณ์อย่างน้อยดังรายละเอียดข้างล่าง หรือที่กำหนดไว้ในแบบ

- อุปกรณ์ตัดตอนระบบไฟฟ้าด้านเข้า
- อุปกรณ์ตัดตอนไฟฟ้ากระแสตรง
- อุปกรณ์ตัดตอนระบบไฟฟ้าด้านนอก

ข. การเตือน

ต้องมีสัญญาณแสดงภาวะการทำงานและการเตือน

2.3 เครื่อง UPS จะต้องมีความสะดวกในการใช้งานและบำรุงรักษา โดยต้องมีแผงแสดงการเตือนสภาวะการทำงานและการวัดแสดงบน Screen และควบคุมโดย Keyboard อีกทั้งสามารถเก็บบันทึกเหตุการณ์ของการเตือน และความผิดปกติได้อีกด้วย

ก. การวัด จะต้องสามารถวัดค่าได้อย่างน้อยดังนี้

- Output Voltage
- Output Current
- Output Frequency
- Output Power
- Input Voltage
- Input Current
- Input Frequency

- Battery Voltage
- Battery Current
- ข. ภาวะการทำงาน และการเตือน จะต้องสามารถแสดงได้อย่างน้อยดังนี้
 - Rectifier On/Off
 - Input Power Supply Fail
 - Rectifier Fuse Fail
 - Rectifier Temperature Fail
 - Inverter On/Off
 - Inverter Fuse Fail
 - Inverter Temperature Fail
 - Output Supply Voltage Fail
 - Battery On
 - Battery Low Voltage
 - Bypass On
 - Frequency Fail
 - Unsynchronization

กำหนดให้มีแผง Remote Indicator ตามข้อ ก. และ ข. ที่ห้องควบคุมกลางด้วย

2.4 เครื่อง UPS จะต้องมียาละเอียดอย่างน้อยดังนี้

ก. Rectifier/Charger

ด้าน Input ต้องมี Fully Isolation Transformer และ Electro Static Screening ประกอบมาพร้อมเสิร์จ Rectifier/Charger เป็นแบบ Static 12 Pulse พร้อม Filter สามารถจ่ายกระแส DC ให้ Inverter และ Battery โดย Rectifier/Charger ต้องมีขนาดเพียงพอที่จะจ่ายไฟให้ Inverter ขณะ Full Load และต้องสามารถประจุกระแส Battery จนได้ 95 % ของ Capacity ของ Battery ได้

- Number of phase : 3 Phase + Neutral
- Input Voltage : 380/220V $\pm$ 10%
- Input Frequency : 50Hz $\pm$ 10%
- Input Power Factor : 0.80 Lag to 0.95 Lag
- Input Current Distortion (THDI) : $\leq$ 5% at Full Load
- Surge Protection : Provided
- Adjustable Current Limit : 110 – 125% at Full Load
- Output Voltage Regulation : $\pm$ 1% VDC
- Recharging Time : 10x Back up time (Boost charge)
- Efficiency : 90% at Full Load

Power Walk-In ต้องมีระบบป้องกันการเกิด Shock Load ในกรณีที่เกิดไฟ Supply ดับและ Battery จ่ายไฟ ให้ภาค Inverter แทนเมื่อไฟ Supply มาใหม่ จะทำให้เกิดการดึง Full Power จาก Supply อย่างทันทีทันใด ในการนี้ระบบป้องกันจะต้องทำหน้าที่ Ramp Voltage และ Current ที่ดึงจาก Supply โดยใช้เวลา 5-15 วินาทีในการ Walk-In Power จนถึง Nominal Power

- Input Voltage
3 Phase 4 Wire 380V/220V $\pm$ 10%

- Input Frequency
50 Hz. $\pm$ 5%
- Input Harmonic Filter or Suppressor
ต้องมีระบบ Input Harmonic Suppressor ป้องกัน และลดผลของ Current Distortion ที่ Feed Back กลับไปยัง Power Source ที่เป็น Generator ให้มีค่าน้อยที่สุด เพื่อป้องกันการเสียหายของ Generator หรือทำให้ชุดควบคุมของ Generator และวงจรควบคุมของอุปกรณ์ทุกระบบรวมทั้งตัวของ UPS เองทำงานผิดปกติ ทั้งนี้ต้องมีการรับประกันจากผู้ผลิตในการป้องกันปัญหาดังกล่าว โดยกำหนดให้ผลรวมของ Harmonic Voltage (RMS) ไม่เกิน 5% และผลรวมของ Harmonic Current (RMS) ไม่เกิน 10% จากค่า Fundamental
- Input Power Factor
เมื่อ Rectifier/Charger จ่ายไฟ Full Load และ Battery อยู่ในสถานะเต็ม (Full Charged) ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.8 Lagging ถึง 0.95 Lagging
- Surge Protection
ต้องมีอุปกรณ์ป้องกันภายในเครื่อง UPS ที่สามารถป้องกันการ Over Voltage และ Lightning Surge ซึ่งมากับ AC Power Input ได้
- Power Walk-In
ต้องมีระบบป้องกันการเกิด Shock Load ในกรณีที่เกิดไฟ Supply ดับและ Battery จ่ายไฟให้ภาค Inverter แทนเมื่อไฟ Supply มาใหม่ จะทำให้เกิดการดึง Full Power จาก Supply อย่างทันทีทันใดในการนี้ระบบป้องกันจะต้องทำหน้าที่ Ramp Voltage และ Current ที่ดึงจาก Supply โดยใช้เวลา 5-15 วินาทีในการ Walk-In Power จนถึง Nominal Power
- Over Load Capability
ต้องสามารถจ่ายกระแสไฟ Over Load ได้ไม่น้อยกว่า 125% ของ Full Load Current ได้ไม่น้อยกว่า 10 นาทีและในกรณี Shorted Circuit ต้องมีระบบป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น
- Under Voltage Protection
ในกรณีที่ Input Voltage ลดลงเกิน 10% แต่ไม่เกิน 15% Output ของภาค Rectifier/ Charger ต้องรักษา Voltage ให้อยู่ในระดับ Battery Float-Voltage โดยอัตโนมัติ
- Adjustable Current Limit
Input Current ต้องสามารถตั้งค่าไว้ให้อยู่ระหว่าง 110% กับ 125% ของ Full Load เพื่อลดหรือจำกัดกระแสไฟฟ้าในการ Recharge Battery ในกรณีจ่ายไฟโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- Output Voltage Regulation
กระแสไฟ DC ต้อง Regulation มีค่าไม่เกิน $\pm$ 1%
- Recharging Time
เวลาที่ใช้ในการประจุ Battery ต้องเลือกได้ โดยในกรณี Boost Charge ต้องใช้เวลาในการประจุ Battery จนถึง 95% ของ Battery Capacity ไม่เกินกว่า 10 เท่าของเวลา Battery Back Up time
- Rectifier/Charger Efficiency
ต้องมี Efficiency ไม่น้อยกว่า 90% Rated Load

ข. Inverter

Inverter เป็นแบบ Solid-State type, IGBT transistors ทำงานแบบ PWM Step Wave แปลงไฟ DC จาก Rectifier หรือ Battery เป็นไฟ AC 380/220 Volt 3 Phase 4 Wire 50 Hz. โดยมี Output Power ไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบ ที่ 0.8 PF Lagging

- Output Voltage Regulation : $\pm 1\%$ Balance Load
 $\pm 3\%$ Unbalanced load
- Output Voltage Adjustment : $\pm 3\%$ of Rated Voltage
- Output Frequency Tolerance : $\pm 0.2\%$ Free Running
 $\pm 1.0\%$ AC power sync (Bypass Mode)
- Over Load Capability : 125% for 10 min., 150% for 1 min.
- Short Circuit Capacity : 2.5 In, 100ms
- Transient Voltage Variation : $\pm 5\%$ at 100% Load Step
 $\leq 20\text{ms}$ to Steady-State Voltage
- Load Power Factor Permitted : 0.80 Lag to 0.90 Lead
- Output Voltage Distortion (THDU) : $\leq 3\%$ Linear Load
 $\leq 5\%$ Non-linear Load
- Efficiency : 90% at Full Load
- Output Voltage Regulation
ไม่เกิน $\pm 1\%$ ที่ Balanced Load ถึง $\pm 3\%$ ที่ 50% Unbalanced Load
- Output Voltage Adjustment
สามารถปรับค่าภายใน $\pm 5\%$ ของ Nominal Voltage สำหรับ Line Drop Compensation
- Output Power
ต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า ที่กำหนดไว้ในข้อ 1.1 ที่ 0.8 PF Lagging
- Frequency Tolerance
 $\pm 0.2\%$ When Crystal Control (Free Running) $\pm 1.0\%$ When Synchronized to Reserve Supply (Bypass Mode)
- Output Current
ต้องสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้า Over Load ที่ 150% ได้ไม่น้อยกว่า 30 วินาที และที่ 125% ได้ไม่น้อยกว่า 10 นาที
- Voltage Transient
ไม่เกิน $\pm 8\%$ ที่ 50% Load Change (Load Step)
- Response Time
ต้อง Recovery จนถึง 95% ของ Steady State Voltage ภายใน 50 ms.
- Harmonic Distortion
Output Voltage Waveform มี THD ได้ไม่เกิน 5% และ Single Harmonic Distortion ไม่เกิน 3%
- Inverter Efficiency
ต้องมี Efficiency ไม่น้อยกว่า 90% ที่ Rated Load

ค. Static Bypass Switch (SBS) ชนิด Static และ Electromechanical Switch ต้องมีรายละเอียดดังนี้

- Static Bypass Switch จะต้องมีความถี่และจำนวนตามที่ระบุในแบบ

- ระบบควบคุมการจ่ายไฟของ UPS และการทำงานของ Static Bypass Switch ต้องสามารถควบคุมการจ่ายไฟในภาวะปกติ และการ Bypass เมื่อ UPS เกิดปัญหาโดยไม่มีผลกระทบต่อการทำงานของ Load
 - Static Bypass Switch ต้องสามารถรับกระแสไฟฟ้า Over Load ได้ไม่น้อยกว่า 125% ของกระแส Continuous และต้องสามารถทน Short Circuit ได้ไม่ต่ำกว่าที่ระบุไว้ในแบบ
- ง. Maintenance Bypass Switch (MBS) จะต้องมีรายละเอียดดังนี้
- Maintenance Bypass Switch จะต้องมีขนาดและจำนวนตามที่ระบุในแบบ
 - ระบบการควบคุม และการทำงานรวมทั้งการ Operate MBS ต้องทำงานสอดคล้องกับการจ่ายไฟของ UPS รวมทั้ง SBS และระบบควบคุมต่าง ๆ

3. แบตเตอรี่

3.1 แบตเตอรี่จะต้องมีรายละเอียดและคุณสมบัติ อย่างน้อยดังต่อไปนี้

- ก. แบตเตอรี่ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน BS., IEC, ANSI และ UL ซึ่งออกแบบให้ใช้งานร่วมกับระบบ UPS ได้เป็นอย่างดี
- ข. แบตเตอรี่เป็นแบบ Free Maintenance Stationary Seal Lead Acid (Valve Regulated)
- ค. แบตเตอรี่ต้องสามารถจ่าย Load Output ให้กับ UPS ขนาดตามรายละเอียดข้อ 1.1 ที่ Power Factor 0.8 ได้ไม่น้อยกว่า 15 นาที ที่พิกัดโหลดในกรณีที่เกิดไฟฟ้าดับ
- ง. ต้องแสดงรายการคำนวณในการเลือกแบตเตอรี่และแบตเตอรี่ที่เลือกใช้ต้องกำหนดค่า Float Voltage เท่ากับ 2.25 VDC/Cell และ End Voltage เท่ากับ 1.75 VDC/Cell และต้องเป็นชนิด One Cell Per Unit สำหรับ UPS ขนาด 200 kVA (การเลือกขนาดแบตเตอรี่ ให้คำนวณที่อุณหภูมิ 25°C)
- จ. อายุการใช้งานต้องไม่น้อยกว่า 10 ปีขึ้นไป
- ฉ. ขั้วแบตเตอรี่ ต้องทำจากวัสดุที่เป็นตัวนำไฟฟ้าเป็นอย่างดี และต้องมีฉนวนหุ้มป้องกันการลัดวงจร
- ช. Connectors และ Busbar ต้องเป็นทองแดง หรือนิกเกิล เพื่อป้องกันการกัดกร่อนจากกรดและเคมีพร้อมมีฉนวนหุ้มเพื่อป้องกันการลัดวงจร
- ซ. Battery Container ต้องทำจากวัสดุทนไฟ และทนต่อแรงกระแทกได้ดี
- ณ. Safety Valve ในแต่ละ Cell จะถูกออกแบบให้มี Safety Valve เพื่อป้องกันแรงดันภายใน Cell กรณี Over Charge

3.2 แบตเตอรี่จะต้องติดตั้งบนชั้นวางซึ่งอยู่ภายใน Battery Cabinet โดยติดตั้งติดกันหรือใกล้เคียงกันกับเครื่อง UPS การติดตั้งแบตเตอรี่และส่วนประกอบต้องเป็นไปตามมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิตกำหนดไว้และมีความสะดวก และปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

- ก. ตู้ Cabinet ทำจากแผ่นเหล็กที่ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม และมีช่องสำหรับระบายอากาศอย่างเพียงพอ
- ข. ชั้นวางแบตเตอรี่ต้องทำด้วยเหล็ก ซึ่งผ่านกรรมวิธีเคลือบสีกันกรด
- ค. บนคานรับเซลล์แบตเตอรี่ต้องมีฉนวนรองรับ และขาปรับระดับต้องมีฉนวนเช่นกันเพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่วลง Ground
- ง. การขันอัด Bolts & Nuts ของขั้วแบตเตอรี่ต้องใช้แรงขันแรงตามระบุในคู่มือการติดตั้งอย่างเคร่งครัด

4. Acoustic Noise

น้อยกว่าหรือเท่ากับ 80 dBA วัดที่ 1 เมตรห่างจากตู้ UPS

5. การต่อลงดิน
AC Output Neutral ของ UPS ต้อง Isolate แยกจาก Equipment Ground ของ UPS
6. การติดตั้ง
การติดตั้งเครื่องสำรองไฟฟ้าฉุกเฉินและแบตเตอรี่ให้ติดตั้งตามมาตรฐานผู้ผลิตและตามที่ระบุดังนี้
 - ก. การเดินสายไฟฟ้าให้เป็นไปตามมาตรฐานที่ระบุในรายละเอียดประกอบแบบหรือตามมาตรฐาน วสท.
 - ข. ฐานคอนกรีตรองรับเครื่องสำรองไฟฟ้าฉุกเฉินต้องแข็งแรง และเหมาะสมเมื่อนำเครื่องไปวาง และสะดวกในการบำรุงรักษา
 - ค. การติดตั้งตู้ UPS, แผงควบคุมและแบตเตอรี่ต้องมีระบบปรับอากาศและระบายอากาศอย่างเพียงพอ และให้มีสัญญาณ Alarm กรณีอุณหภูมิภายในตู้สูงเกินที่กำหนดไว้
 - ง. ในการติดตั้งจะต้องประสานงานการทำงานร่วมกับระบบอื่นที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์
7. การทดสอบ
จะต้องทำการทดสอบรายละเอียดต่าง ๆ ของ UPS ตามข้อกำหนด ณ โรงงานผู้ผลิตก่อนการจัดส่ง พร้อมด้วยรายงานการทดสอบซึ่งได้รับการรับรอง
8. การบริการ
 - 8.1 จัดเตรียมหนังสือคู่มือการบำรุงรักษา และรายละเอียดของวงจรที่สมบูรณ์ (Circuit Diagram) พร้อมทั้ง Component จำนวน 4 ชุด
 - 8.2 จัดเตรียมชุดบำรุงรักษาแบตเตอรี่ และคู่มือการบำรุงรักษาแบตเตอรี่จำนวน 1 ชุด
 - 8.3 จัดส่งผู้เชี่ยวชาญของบริษัทผู้ผลิตมาฝึกอบรมช่างเทคนิค หรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการ จนสามารถที่จะทำการตรวจซ่อม และบำรุงรักษาได้อย่างถูกต้อง
 - 8.4 จัดทำแผนการบำรุงรักษาเครื่อง UPS และแบตเตอรี่อย่างต่อเนื่องในระยะเวลา 5 ปี ให้กับผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการ เพื่อพิจารณา และถือว่าเป็นสาระสำคัญของการเสนอราคาและพิจารณา
 - 8.5 จัดส่งรายชื่อ และหนังสือรับรองซึ่งแสดงว่าเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบการบำรุงรักษาได้เคยรับการอบรมเกี่ยวกับการบำรุงรักษาจากผู้ผลิตในต่างประเทศ

ส่วนที่ 19

ระบบสายสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์ (Data Cabling System)

1. ความต้องการทั่วไป
ผู้ว่าจ้างต้องจัดหาและติดตั้งและทดสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามที่ระบุในแบบหรือในข้อกำหนดนี้ เพื่อให้ระบบสายสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์ใช้งานได้สมบูรณ์ และถูกต้องตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการ
2. อุปกรณ์สำหรับระบบสายสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์
 - 2.1 Vertical Cabling (Fiber Optic Cable)
 - 2.2 Horizontal Cabling (Unshield Twisted Pair Cable : UTP)
 - 2.3 เต้ารับข้อมูล (RJ 45 Modula Jack)
 - 2.4 แผงต่อสายและสายต่อ (UTP Patch Panel & Patch Cord)
 - 2.5 ตู้ Rack 19" และอุปกรณ์

สายสื่อสารข้อมูล, เต้ารับข้อมูล, แผงต่อสายและสายต่อ ให้เลือกใช้เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันทั้งหมด

3. รายละเอียดอุปกรณ์

- 3.1 ตำแหน่งของ Fiber Optic Main Distribution Panel ของโครงการจะอยู่ที่อาคารอำนวยการ แล้ว กระจายไปตามชั้นต่างๆ ของอาคารต่างๆ (ตามแบบฯ) พร้อมอุปกรณ์การติดตั้ง (ท่อ/ราง) และอุปกรณ์เสริมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้ง (F/O Patch Cord and Pigtail) และ การเข้าหัว (Terminator) ไปยัง F/O Patch Panel ของแต่ละชั้นของอาคารต่างๆ ด้วยสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Cable) เป็นชนิด Multimode ขนาด 50/125 μm และ Singlemode ขนาด 9/125 μm จำนวนตามที่ระบุในแบบมีคุณสมบัติต่าง ๆ ดังนี้

	Multimode	Singlemode (Indoor)	Singlemode (Outdoor)
Maximum Attenuation	3.50 dB/km at 850 nm 1.50 dB/km at 1300 nm	1.00 dB/km at 1310 nm 0.75 dB/km at 1550 nm	0.40 dB/km at 1310 nm 0.25 dB/km at 1550 nm
Typical Attenuation	3.00 dB/km at 850 nm 1.00 dB/km at 1300 nm	0.50 dB/km at 1310 nm 0.40 dB/km at 1550 nm	- -
Minimum Bandwidth	500 MHz/km at 850 nm 500 MHz/km at 1300 nm	- -	- -
Maximum Tensile Load	1800 N (During Installation)	1800 N (During Installation)	2700 N (During Installation)
Minimum Bend Radius	20x cable diam. (During Installation)	20x cable diam. (During Installation)	20x cable diam. (During Installation)
Operating Temperature	-20°C to 70°C	-20°C to 70°C	-20°C to 70°C

สายใยแก้วนำแสงต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน EIA/TIA-568 และได้รับมาตรฐาน ISO/IEC-11801 โดยมีหนังสือรับรองผ่านการทดสอบตามมาตรฐานจากสถาบันนานาชาติที่เชื่อถือได้

สาย F/O ทุกชุดต้องทำการเข้าหัว (Terminator) โดยใช้ ST-Connector และ F/O Panel ทุกชุดให้เรียบร้อยก่อนการทดสอบ

การเดินสายใยแก้วนำแสงภายในอาคารจะต้องร้อยในท่อ EMT หรือ IMC ส่วนการเดินสายภายนอกอาคารให้เดินใน Trench, Duct Bank หรือร้อยในท่อ RSC และการเดินสายผู้รับจ้างจะต้องทำการ Mark Label Code ทั้งต้นและปลายสายให้ชัดเจนถูกต้อง

ทั้งนี้สาย Fiber Optic Outdoor Type ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1. ต้องมีฉนวนเคลือบ (Cladding) เพื่อเคลือบใยแก้วนำแสงให้สามารถนำแสงให้สะท้อนกลับและเดินทางไปได้
อย่างดี
2. เป็นสาย Fiber Optic แบบ Loose Tube อยู่ในแท่งพลาสติก มี Water Blocking Gel ป้องกันน้ำ
3. มีแท่งป้องกัน (Strength member) ของสายอยู่ตรงกลาง
4. มีฉนวนป้องกัน (Coating) เพื่อความปลอดภัย และป้องกันแสงจากภายนอกเข้าไปอีกชั้นหนึ่ง

5. มีปลอกสาย (Buffer) พร้อมเส้นใยฉนวน (Aramid Yarns) เป็นปลอกหุ้มป้องกันสายและ ช่วยในการโค้งงอของสาย Fiber Optic ให้มีความยืดหยุ่นมากขึ้น
 6. มีปลอกหุ้มสายชั้นนอก (Outer Jacket) เป็นแบบ Outdoor มีคุณสมบัติ HIGH-Density Polyethylen (HDPE) เพื่อป้องกันอีกชั้นหนึ่ง
- 3.2 The Horizontal System ต้องมีการเชื่อมต่อจาก data racks ในแต่ละชั้นสู่ user outlets ตามที่ปรากฏในแบบ หรือส่วนอื่น ๆ ซึ่งจะประกอบด้วย horizontal cabling และอุปกรณ์เสริมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ data outlets สายสื่อสารข้อมูลสำหรับตัวรับแต่ละจุด เป็นชนิด 4-pair UTP Cat 6 ขนาด 24 AWG หรือดีกว่า สามารถรองรับ 10BASE-T, 100BASE-T และ 1000BASE-T มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน TIA/EIA-568A/B และได้รับมาตรฐาน ISO/IEC-11801 โดยมีหนึ่งสล็อตรองรับการทดสอบตามมาตรฐานจากสถาบันนานาชาติที่เชื่อถือได้ และสามารถทำงานได้ (Operating Temperature) ที่อุณหภูมิระหว่าง -20 ถึง 60 องศาเซลเซียส
 - 3.3 แผงต่อสาย UTP Patch Panel Cat 6 จำนวน Port ตามที่ระบุในแบบ พร้อม Patch Cord ความยาวไม่น้อยกว่า 2 เมตร
 - 3.4 ตัวรับข้อมูล จำนวนตามที่ระบุในแบบ เป็นชนิด RJ-45 Cat 6 Modular Jack มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน TIA/EIA-568 มีรหัสที่สามารถบอกตำแหน่งการเข้าสายให้ตรงตามมาตรฐาน ตัวรับข้อมูลจะต้องติดตั้งในกล่องเหล็กซึ่งฝังในผนัง และให้ติดตั้งที่ระดับเดียวกับตัวรับไฟฟ้า
 - 3.5 ตู้ Rack 19" เป็นแบบติดผนังหรือตั้งพื้น ขนาดตามที่ระบุในแบบ เป็นตู้ใส่อุปกรณ์เครือข่ายแบบ Modular Knock Down ทุกชิ้นส่วนสามารถถอดประกอบได้สะดวก โครงสร้างเป็นเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มม. โดยพินสีกั้นสนิม 2 ชั้นและพินสีจริงทับ 2 ครั้ง ประตูด้านหน้าเป็น Plastic Acrylic สามารถมองเห็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ภายในและมีกุญแจล็อกทุกด้านของตู้ การติดตั้งสายสัญญาณภายในตู้จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ Cable Management ในจำนวนที่เพียงพอและเหมาะสมกับจำนวนอุปกรณ์เพื่อให้เป็นระเบียบเรียบร้อยสะดวกในการดูแลรักษา
- ก. ตู้ตั้งพื้นขนาดความสูง 39U, 42U, 45U จัดเตรียมเตรียมปลั๊กไฟฟ้าสำหรับเสียบอุปกรณ์จำนวนไม่น้อยกว่า 12 ช่อง พร้อมพัดลมระบายอากาศจำนวนไม่น้อยกว่า 4 ชุด และ Thermostat
 - ข. ตู้ตั้งพื้นขนาดความสูง 15U, 27U, 36U จัดเตรียมเตรียมปลั๊กไฟฟ้าสำหรับเสียบอุปกรณ์จำนวนไม่น้อยกว่า 6 ช่อง พร้อมพัดลมระบายอากาศจำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด และ Thermostat
 - ค. ตู้ติดผนังขนาดความสูง 6U, 9U, 12U จัดเตรียมเตรียมปลั๊กไฟฟ้าสำหรับเสียบอุปกรณ์จำนวนไม่น้อยกว่า 6 ช่อง พร้อมพัดลมระบายอากาศจำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด และ Thermostat
4. การติดตั้งและทดสอบ
 - 4.1 ก่อนจะทำการติดตั้ง/เดินสายเคเบิล ผู้รับจ้างต้องสำรวจบริเวณที่จะติดตั้งเพื่อศึกษาถึงลักษณะและสภาพทั่วไปเพื่อที่จะไม่มีผลกระทบในการเดินสายเคเบิลและการจัดการโยกย้ายสิ่งกีดขวาง
ก่อนจะทำการติดตั้ง/เดินสายเคเบิล ผู้รับจ้างต้องสำรวจบริเวณที่จะติดตั้งเพื่อศึกษาถึงลักษณะและสภาพทั่วไปเพื่อที่จะไม่มีผลกระทบในการเดินสายเคเบิลและการจัดการโยกย้ายสิ่งกีดขวาง
 - 4.2 Cable pulling tensions จะต้องไปเกินมาตรฐานที่ผู้ผลิตกำหนดไว้
 - 4.3 Bend radius จะต้องไม่มากเกินไปเท่าที่มาตรฐานที่ผู้ผลิตกำหนดไว้
 - 4.4 การเดินสาย UTP จากตู้ Rack ไปยังตัวรับแต่ละจุดให้ติดตั้งภายในท่อ EMT หรือ IMC ตามสภาพการใช้งาน โดยการเดินสายดังกล่าวให้มีระยะความยาวสายจากตู้ Rack ไม่เกิน 90 เมตรและจะต้องไม่มีการตัดต่อสายระหว่างทาง และการเดินสายผู้รับจ้างจะต้องทำการ Mark Label Code และระยะความยาวสายทั้งต้นและปลายสายให้ชัดเจนถูกต้อง การปักปลายสายสามารถแบ่งเป็น 2 ส่วนโดยส่วนหนึ่งม้วนไว้ภายในตู้ Rack อีกส่วนเก็บไว้บนผ้าหรือบริเวณแนวเดินสายที่เหมาะสมและต้องปิดมิดชิดปลอดภัย

- 4.5 ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบวัสดุอุปกรณ์ที่ติดตั้งพร้อมทั้งทำการทดสอบสัญญาณค่า Loss ของสาย UTP โดยค่า NEXT ของสายต้องสามารถใช้ได้กับมาตรฐาน Fast Ethernet (100BASE-T) ได้เป็นอย่างดี รวมถึงต้องสามารถรองรับมาตรฐาน Gigabit Ethernet (1000BASE-T) ได้ด้วย ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายงานการทดสอบสาย (Test Report) เพื่อขอความเห็นชอบก่อนส่งมอบงาน

ส่วนที่ 20
ระบบเรียกพยาบาล
(Nurse Call System)

1. ความต้องการทั่วไป

ระบบเรียกพยาบาลใช้เพื่อติดต่อสื่อสารระหว่างเตียงผู้ป่วยหรือห้องผู้ป่วยและบริเวณที่ทำงานของพยาบาล โดยระบบประกอบด้วยอุปกรณ์อย่างน้อยดังต่อไปนี้.-

- Nurse Station
- Staff Station
- Patient Station
- Pull Cord Station
- Corridor Lamp
- Work Station PC
- Power Supply Unit
- ท่อร้อยสาย และสายสัญญาณ สายไฟฟ้าต่าง ๆ

2. Nurse Station

Nurse Station เป็นชุดควบคุมติดตั้งที่บริเวณที่ทำงานของพยาบาลใช้ติดต่อระหว่างพยาบาลและห้องผู้ป่วย ระบบสามารถเชื่อมต่อกับห้องผู้ป่วยได้ไม่น้อยกว่า 20 ห้อง อุปกรณ์ Nurse Station ประกอบด้วย Handset, หลอดไฟแสดงการเรียกพยาบาล และสัญญาณเสียง, ปุ่มกดต่าง ๆ พร้อมแผง Annunciator Panel แสดงหมายเลขที่เรียกเข้าและ Power Supply

3. Staff Station

Staff Station ใช้สำหรับติดต่อระหว่างเจ้าหน้าที่และพยาบาล Staff Station ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

- Call Button with LED
- Cancel Button with LED
- Intercom

4. Patient Station

Patient Station ใช้สำหรับติดต่อกับพยาบาลโดยติดตั้งที่หัวเตียงผู้ป่วย Patient Station ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

- Call Button with LED
- Cancel Button with LED
- Call Cord Jack
- Intercom

อุปกรณ์ Patient Station จะใช้งานร่วมกับ Call Cord ที่เป็นสายต่อยาว 3 เมตรต่อมายังเตียงผู้ป่วยเพื่อให้ผู้ป่วยสามารถกดเรียกพยาบาลได้

5. Pull Cord Station
Pull Cord Station ใช้สำหรับเรียกพยาบาลติดตั้งภายในห้องผู้ป่วย ประกอบด้วยสายสำหรับดึงห้อยลงมาพร้อมไฟสัญญาณแสดงสถานะการเรียกพยาบาล
6. Corridor Lamp
Corridor Lamp เป็นหลอดไฟแสดงสถานะการกีดเรียกพยาบาล ติดตั้งอยู่หน้าห้องผู้ป่วย ประกอบด้วยหลอดไฟอย่างน้อย 2 สี แสดงชนิดของการเรียก
7. การติดตั้ง
การติดตั้งสายสัญญาณสำหรับอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยทั่วไปใช้สาย 4-Pairs UTP Cat 5 ติดตั้งในท่อร้อยสาย หรือตามที่คุณผลิตแนะนำ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหารายละเอียดอุปกรณ์และการติดตั้งเพื่อเสนออนุมัติก่อนการติดตั้งและต้องรับประกันคุณภาพของอุปกรณ์และการติดตั้งเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 12 เดือนนับจากวันส่งมอบงานแล้วเสร็จ

ส่วนที่ 21

ระบบไฟฟ้าแบบแยกส่วน (Isolation Power System)

1. ความต้องการทั่วไป
ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมคุณสมบัติและการติดตั้งของแผงสวิตช์ไฟฟ้าแบบแยกส่วน (Isolation Panel) ซึ่งประกอบด้วย หม้อแปลงแยกส่วน (Isolation Transformer), สวิตช์ตัดวงจร (Circuit Breaker) และอุปกรณ์ตรวจสอบสายวงจรไฟฟ้าแยกส่วน (Line Isolation Monitor) รวมถึงอุปกรณ์แจ้งเตือน (Remote Indicator Alarm) และชุดเต้ารับไฟฟ้าและจุดต่อลงดิน (Receptacle Ground Module) ซึ่งใช้งานประกอบกัน
ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้แผงสวิตช์ไฟฟ้าที่กล่าวถึง รวมทั้งวัสดุ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีการออกแบบ สร้างและทดสอบตาม ต้องได้ตามมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท) โดยยึดถือคุณภาพตาม IEC364-7-710:2002 หรือ DIN VDE 0107 เป็นหลักสำคัญ แต่ต้องไม่ขัดต่อระเบียบและมาตรฐานการไฟฟ้า ที่กำหนด
2. รายละเอียดทางด้านเทคนิค
 - 2.1 Technical Specification
 - 2.1.1 Rated System : 230 Volt, 50Hz. 1 Phase, 2 wires and Ground
Rated Capacity: See Load Schedule
 - 2.1.2 Isolating Transformer
 - 2.1.2.1 มาตรฐานการออกแบบและการผลิต
 - IEC 61558-215
 - DIN VDE0100-710 (VDE0100-710)
 - 2.1.2.2 เป็นแบบ Dry Type
 - 2.1.2.3 Primary และ Secondary Windings เป็นแบบ Galvanically Isolated.
 - 2.1.2.4 มี Static Screen เพื่อลดการรบกวนจาก Radio Frequency Interference (RFI) และ Static Screen นี้จะต้องต่อเชื่อมกับ Isolated Terminal ของหม้อแปลง
 - 2.1.2.5 มี Built-in Thermistor ฝังอยู่ใน Transformer Winding เพื่อวัดอุณหภูมิและส่งสัญญาณเตือนในกรณีอุณหภูมิสูงเกินกำหนด
 - 2.1.3 Insulation, Load and Temperature Monitoring Device เป็นอุปกรณ์ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวน (Insulation) อุณหภูมิของ Transformer Winding และสถานะ Load ในอุปกรณ์ตัวเดียว และใช้สำหรับสถานพยาบาลตามมาตรฐาน IEC 60364-7-7010:2002-11 โดยเฉพาะ

- 2.1.3.1 เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบและผลิตตามมาตรฐาน
 - ICE 61557-8
 - DIN VDE 0100-710 (VDE 0100-710): 2002-11
- 2.1.3.2 System Voltage to be monitored AC50...400Hz./0...264 V.
- 2.1.3.3 Measuring Voltage 12V.
- 2.1.3.4 Measuring Current Maximum 50 microamp.
- 2.1.3.5 Internal Resistance Ri Minimum 240 kilo-Ohms.
- 2.1.3.6 Impedance Zi Minimum 200 kilo-Ohms.
- 2.1.3.7 สามารถตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนของระบบได้อย่างต่อเนื่อง และสามารถส่งสัญญาณเตือนได้เมื่อค่าความเป็นฉนวนต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้ (Resistance Alarm Level) โดยค่าดังกล่าวต้องสามารถปรับได้ตั้งแต่ 50-500 kilo-Ohms.
- 2.1.3.8 บอกค่าสภาวะ Load ของ Transformer เป็นเปอร์เซ็นต์ ของ Rated Capacity ของ Transformer และสามารถส่งสัญญาณเตือนได้ เมื่อสภาวะ Load เกินค่าที่ตั้งไว้
- 2.1.3.9 ส่งสัญญาณเตือนได้เมื่ออุณหภูมิของ Transformer Winding สูงเกินปกติ
- 2.1.3.10 มี Test Button เพื่อทดสอบ Function การตรวจสอบค่าความเป็นฉนวน (ที่ระดับต่ำกว่า 50 kilo-Ohms.)
- 2.1.3.11 ส่งสัญญาณเตือนเมื่อสายดินของระบบไฟฟ้าขาดหรือหลุด
- 2.1.3.12 ส่งสัญญาณเตือนเมื่อสายสัญญาณวัดอุณหภูมิของ Transformer Winding ขาดหรือหลุด
- 2.1.3.13 ส่งสัญญาณเตือนเมื่อสายสัญญาณวัดขนาดกระแสไฟฟ้าที่ใช้งานขาดหรือหลุด
- 2.1.4 Remote Alarm Indicator and Test Combination

Remote Alarm Indicator and Test Combination สามารถติดตั้งในตำแหน่งที่ห่างจากอุปกรณ์ โดยอุปกรณ์ Remote Alarm นี้จะต้องสามารถแสงค่าและสัญญาณเตือนได้ดังนี้

 1. แสดงค่าความเป็นฉนวนของระบบ
 2. แสดงสภาวะการใช้ Load ของ Transformer เป็นเปอร์เซ็นต์ของ Rated Capacity ของ Transformer
 3. ส่งสัญญาณเตือนได้ทั้งโดยการส่งเสียงและทาง LED (Light Emitting Diode) เมื่อค่าความเป็นฉนวนของระบบต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้
 4. ส่งสัญญาณเตือนได้ทั้งโดยการส่งเสียงและทาง LED (Light Emitting Diode) เมื่ออุณหภูมิของ Transformer Winding สูงเกินปกติ
 5. ทั้งนี้จะมีปุ่มตัดเสียงสัญญาณเตือนได้ นอกจากนี้ยังมีปุ่มทดสอบ (Test Button) เพื่อทดสอบค่าความเป็นฉนวนของระบบที่ระดับต่ำกว่า 50 kilo-Ohms ด้วย

3. สวิตช์ตัดวงจร (Circuit Breaker)

- 3.1 Primary Circuit Breaker เป็นชนิด Thermal-Magnetic Trip มีขนาดเหมาะสมกับการใช้งานของ Isolation Transformer หรือตามที่ระบุไว้ใน Isolation Panel Board Schedule มีค่า Interrupting Capacity ไม่น้อยกว่า 10 kA หรือตามที่ระบุ และจะต้องทำงานสัมพันธ์กัน (Co-Ordination) กับ Circuit Breaker ที่ต้นทาง
- 3.2 Secondary Branch Circuit Breaker เป็นชนิด Thermal-Magnetic Trip, Single Phase 2 Pole มีขนาด และจำนวนตามที่ระบุไว้ใน Isolation Panel Board Schedule มีค่า Interrupting Capacity ไม่น้อยกว่า 10 kA หรือตามที่ระบุ และเป็นชนิด Plug-In หรือ Bolt-On Type

4. ข้อกำหนดเพิ่มเติมการจัดสร้าง และออกแบบ
 - 4.1 Isolated Panel เป็นแบบ Dead Front ผลิตตามมาตรฐาน IEC 60364-7-710, IEC439-1 ได้รับการรับรองมาตรฐานใช้งานสำหรับโรงพยาบาล หรือโดยเฉพาะดับ Isolating Power System โดยหลักแล้ว ระบบรวมจนถึงแผงไฟฟ้าประกอบสำเร็จ โดยใช้ Two Circuit Breaker ในส่วนที่เป็น Branch
 - 4.2 Nameplate ของแผงสวิตช์ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสองชั้น ชั้นนอกเป็นสีดำ และชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือกระทำบนแผ่นพลาสติกสีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้วตัวหนังสือจะปรากฏเป็นสีขาว ตัวหนังสือบน Nameplate เป็นไปดังแสดงไว้ในแบบหรือ Isolation Panel Board Schedule
 - 4.3 แผงสวิตช์ต้องมีผังวงจรที่อยู่กับแผงดังกล่าว โดยติดไว้ด้านในฝาซึ่งจะบ่งบอกถึงหมายเลขวงจร ขนาดสาย, Circuit Breaker และ Load ที่จ่ายบริเวณใด ๆ ไว้เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา
 - 4.4 การติดตั้ง ให้ติดตั้งกับผนังด้วย Expansion Bolt ที่เหมาะสม หรือติดตั้งบน Supporting ที่เหมาะสม โดยระดับสูง 1.80 เมตร จากพื้นถึงระดับบนของแผงสวิตช์ตามตำแหน่งที่แสดงในแบบ
 - 4.5 อุปกรณ์ System Monitor Device (Insulation, Load, Temperature) ข้างต้น ความสามารถที่จะต่อเพิ่มเติม Remote Alarm Indication and Test Station ได้ 3 Station ในกรณีที่จะต้องจัดให้มี Access Control เพิ่มเติม
5. การติดตั้ง
การติดตั้งให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต

ส่วนที่ 22

ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้และเหตุฉุกเฉิน

1. ความต้องการทั่วไป
ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้และเหตุฉุกเฉินนี้ต้องเป็นระบบ Non-Coded, Presignal ระบบการรับส่งสัญญาณเข้าสู่ส่วนกลาง (Control Panel) ให้เป็นแบบ Supervised Multiplex Data Communications พร้อมกับระบบ Close-Loop Initiation Circuit, Individual Zone Supervision, Individual Audio and Visual Signal Circuit Supervision ระบบสัญญาณแจ้งเหตุอย่างน้อยที่สุดจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้.-
 - ก. Central Fire Alarm Control Panel (FCP)
 - ข. Sub Fire Alarm Control Panel (SFCP)
 - ค. Remote Terminal Unit (RTU)
 - ง. Local and Remote Graphic Annunciators
 - จ. Manual Stations and Alarm Key Switches
 - ฉ. Smoke Detectors or Heat Detectors
 - ช. Alarm Bells (or Horns or Speakers -ถ้ามี)
 - ฌ. Fireman Communication System
 - ณ. 14" Colour Monitor (CRT) with Keyboard and Printers
 - ญ. อุปกรณ์อื่นๆ เพื่อเพิ่มความสมบูรณ์ของระบบ และทำให้ระบบทำงานได้
 - ฎ. อุปกรณ์อื่นๆ ที่แบบระบุให้มีการใช้ร่วมกับระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้
2. มาตรฐาน
สายสัญญาณและอุปกรณ์การเดินสาย พร้อมทั้งวิธีการติดตั้ง ให้เป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 70, 72 และกฎการไฟฟ้า อุปกรณ์ที่ใช้งานเกี่ยวกับระบบการตรวจจับและรับ-ส่งสัญญาณจะต้องได้รับการยอมรับโดยได้ UL Listed

3. การทำงานของระบบ

การทำงานของระบบ Presignal System ให้เป็นดังนี้ เมื่อมีการแจ้งเหตุโดย Manual Station หรือการตรวจจับสัญญาณจาก Detectors ที่ขึ้นใดหรือโซนใด ๆ ระบบจะแจ้งสัญญาณไปที่ FCP เพื่อให้หลอดไฟของ Annunciator หรือ Remote Annunciator กระพริบพร้อมส่งเสียงสัญญาณเตือนเพื่อให้เจ้าหน้าที่รับทราบจนกว่าจะกดสวิทช์ Acknowledge เสียงสัญญาณจะเงียบแต่หลอดไฟจะยังคงติดสว่างอยู่จนกว่าระบบจะกลับสู่เหตุการณ์ปกติ แต่ถ้าไม่มีผู้ใดกดสวิทช์ Acknowledge ภายในระยะเวลาที่ตั้งไว้ ภายในระยะเวลาที่กำหนด (0-5 นาที ซึ่งสามารถตั้งได้) จึงส่งสัญญาณเตือนไปขึ้นหรือโซนนั้น ๆ โดยอาจจะรวมถึงขึ้นหรือโซนใกล้เคียงหรือสามารถจัด Program ภายหลังได้และภายในเวลา 5-10 นาทีถัดไปซึ่งสามารถตั้งเวลาได้ ให้ระบบส่งสัญญาณเสียงเตือนทั่วอาคาร (General Alarm) และการส่งสัญญาณเสียงเตือนทั่วอาคารนี้สามารถกระทำได้โดยตรง โดยใช้ Keys Switch ที่ Manual Station เมื่อเจ้าหน้าที่ได้ไปตรวจสอบสถานที่แล้ว หลังจากมีสัญญาณแจ้งเหตุที่แผงควบคุม ลำดับการทำงานและลักษณะการทำงานของระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ และเหตุฉุกเฉินจะเป็นดังนี้-

- ก. เมื่อ FCP ได้รับสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้และเหตุฉุกเฉิน ดวงไฟสัญญาณของโซนนั้น ๆ จะแสดงขึ้นที่ Annunciator หรือ Remote Annunciator พร้อมทั้งขึ้นรายละเอียดบนจอ CRT พร้อมทั้งเปลี่ยนสีของโซนที่เกิดเหตุบนภาพ Graphic ของผังชั้นนั้น ๆ และทำการบันทึกเข้ายังหน่วยความจำหรือหน่วยเก็บข้อมูลของระบบ Event Printer จะทำการพิมพ์รายละเอียดของการเกิดสัญญาณนั้น ๆ รายงานการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ สามารถเรียกจากหน่วยเก็บข้อมูลเพื่อทำการพิมพ์รายงานในภายหลังได้
- ข. Alarm Bells, Horns หรือ Fire Speakers ในบริเวณที่กำหนดหรือบริเวณทั่วไปที่ตั้ง Program ไว้จะทำงาน ตามลำดับของระบบ Presignal
- ค. ในกรณีที่ใช้ Fire Speakers, Alarm Tone จะเกิดขึ้นเป็นเวลานานไม่เกิน 15 วินาที หลังจากนั้นระบบ Automatic Persecuted Voice Message จะทำงานต่อเป็นเวลาตามแต่จะตั้งเวลาไว้ หลังจากครบวงจรแล้ว ระบบดังกล่าวจะไปเริ่มต้นที่จุดเริ่มต้นใหม่เป็นเช่นนั้นจนกว่าจะมีการรับทราบจาก Signal Silence Switch ที่ FCP การทำงานของรายการข้างต้น ทำโดยการกำหนดจาก Software ซึ่งจะสามารถแก้ไข รายการต่าง ๆ ได้โดยไม่จำเป็นต้องมีการเดินสายหรือเพิ่มอุปกรณ์อื่น ๆ อีก
- ง. เมื่อระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ทำงาน ต้องมี Alarm Relay Contact เพื่อส่งสัญญาณให้แผงควบคุมของอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้
 - แผงควบคุมลิฟท์ทุกตัว เพื่อให้ระบบควบคุมลิฟท์เข้าสู่ภาวะการทำงานฉุกเฉินเนื่องจากเพลิงไหม้
 - แผงควบคุมของ Air Handling Unit ทุกตัว เพื่อให้ AHU หยุดทำงานเป็นโซน ๆ หรือหยุดทำงานทั้งหมด
 - แผงควบคุมของ Pressurized Fan และ Smoke Exhaust Fan ทุกตัว เพื่อให้พัดลมทำงาน
- จ. กรณีที่มีการใช้ระบบควบคุมประตู โดยใช้ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ จะต้องส่งสัญญาณและโซนที่ละ Alarm ไปยังแผงควบคุม เมื่อประตูหนีไฟนั้น ๆ ถูกเปิดออก
- ฉ. เมื่อเกิดปัญหาต่าง ๆ ที่จะทำให้เกิดความล้มเหลวของระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ เช่น สายสัญญาณขาด หรือลัดวงจร แผงวงจรภายในชำรุด ฯลฯ ให้มีการรายงานในลักษณะเดียวกันกับข้อ ก. แต่แสดงด้วยดวงไฟ ต่างกันในลักษณะ Trouble พร้อมทั้งมีสัญญาณเสียงเตือน
- ช. การทำงานของ Switch ต่าง ๆ บนแผง FCP
 - Acknowledge Switch จะเป็นการรับทราบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่เกิดขึ้น และจะทำการหยุดเสียงเตือนของสัญญาณนั้น ดวงไฟ LED ที่กระพริบเมื่อเกิดเหตุจะหยุดกระพริบและจะ สว่างตลอดเวลา กรณีที่สัญญาณแจ้งเหตุชุดที่ 2 ถูกส่งเข้ามาที่ FCP การทำงานจะเกิดขึ้นเช่นเดียวกับสัญญาณชุดที่ 1 เวลาของการรับทราบเหตุโดยการกด Acknowledge Switch และอื่น ๆ จะถูกบันทึกเข้าหน่วยความจำ พร้อมทั้งรายงานโดย Printer
 - System Switch การทำงานเพื่อให้ระบบและสัญญาณต่าง ๆ Reset เข้าสู่สภาวะปกติ

- Test Switch การทำงานเพื่อทดสอบระบบ
- Lamp Test Switch เพื่อทำการทดสอบหลอดไฟสัญญาณต่าง ๆ

4. Manual Voice Paging

เมื่อ Fire Speakers ทำงานตามลำดับการทำงานคือ การส่งสัญญาณ Alarm Tone และ Voice Message แล้วหากเจ้าหน้าที่ทำการใช้ Speaker Manual Control Switch แล้วจะสามารถทำการแจ้งเหตุโดยการใช้คำพูดต่าง ๆ ด้วย Push-to-Talk Paging Microphone และสามารถเลือกชั้นหรือโซนที่ต้องการพูดแจ้งเหตุ ซึ่งจะไม่รบกวนการทำงานของบริเวณหรือโซนอื่น ๆ เมื่อทำการปล่อยปุ่ม Push-to-Talk ของ Microphone Alarm Tone จะกลับคืนการทำงานปกติ

5. Fireman Communication System

ตำแหน่งต่าง ๆ ของ Fireman Telephone และ Telephone Jack ต่าง ๆ จะระบุตามแบบ และจะต้องต่อระบบเข้า กับ Master Phone ในบริเวณเดียวกับ FCP การทำงานจะเป็นดังนี้.-

- เมื่อทำการเสียบ Handset เข้ายัง Phone Jack หรือการยกชุด Handset ขึ้นจากอุปกรณ์รองรับตามจุด ต่าง ๆ นอกห้อง FCP แล้วจะทำให้เกิดสัญญาณเสียงที่ Master Phone และมีสัญญาณแสงกระพริบของ LED ที่ Annunciator ซึ่งจะแสดงตำแหน่งโซนโทรศัพท์นั้น เมื่อทำการยก Handset ที่ Master Phone ขึ้นระบบจะทำการต่อการสื่อสารเข้าด้วยกันทันที พร้อมทั้ง Reset สัญญาณเสียงและแสงเตือน
- ระบบการติดต่อเป็นแบบ Two-Way Communication ที่สามารถสื่อสารระหว่างห้องควบคุมกับ Local Fireman Telephone หรือระหว่าง Local Fireman Telephone ด้วยกันเองโดยผ่านห้องควบคุม และยังสามารถทำการประกาศจาก Local Fireman Telephone ไปยังระบบเสียงประกาศเรียกของอาคาร
- จำนวนและการจัดกลุ่มของ Fireman Telephone เป็นไปตามที่แสดงในแบบ โดยสามารถสื่อสารระหว่าง กลุ่มและข้ามกลุ่มได้

6. ลำดับความสำคัญของระบบ (System Priority)

การทำงานของระบบ จะต้องสามารถจัด Program ความสำคัญต่าง ๆ ได้ดังนี้.-

- ความสำคัญอันดับแรก - ระบบการตรวจจับสัญญาณแจ้งเหตุจาก Detectors
- ความสำคัญอันดับสอง - ระบบตรวจจับสัญญาณจาก Flowswitch
- ความสำคัญอันดับสาม - Panic Alarm Switch

7. อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้

7.1 Fire Alarm Control Panel (FCP) เป็นแผงควบคุมส่วนกลาง มีหน้าที่ในการควบคุมการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งภายในห้องควบคุมและในสนาม รวมทั้งควบคุมการรายงานเหตุการณ์และสัญญาณเตือนต่าง ๆ อุปกรณ์ที่สำคัญของ FCP ที่ใช้ในการควบคุม ได้แก่ Central Processing Unit พร้อมทั้ง Data Storage Unit และ Power Supply Unit

Recorded Voice Message Unit เป็นหน่วยบันทึกข้อความเสียง ติดตั้งรวมไว้ที่ FCP ซึ่งสามารถบันทึกข้อความได้ไม่น้อยกว่า 3 ภาษา มีความยาวไม่น้อยกว่า 24 วินาที โดยจะทำการส่งข้อความเสียงตามที่บันทึกเก็บไว้ เพื่อให้ข้อมูลและแจ้งวิธีการอพยพออกจากอาคาร ผ่านทางระบบประกาศเรียกฉุกเฉินของระบบเสียงของอาคาร

Sub Fire Alarm Control Panel (SFCP) เป็นแผงควบคุมย่อยจาก FCP และเป็นชนิด Stand Alone โดยสามารถควบคุม และสื่อสารกับแผงควบคุมย่อยอื่นที่เชื่อมต่อได้อย่างต่อเนื่องในขณะที่ FCP หรือสัญญาณเชื่อมต่อกับ FCP กับ SFCP เกิดขัดข้อง

Printer ที่จัดหาจะให้แบบ Hard-Copy Printout ขนาดความกว้างเท่ากัน 80 ตัวอักษรต่อบรรทัด และเป็นชนิด Pin-Feed Paper, Printer จะต้องเป็นแบบตั้งโต๊ะ โดยจัดเตรียมพร้อมโต๊ะหรือ Printer Console การต่อสายสัญญาณให้เป็นไปตามมาตรฐาน Electrical Industrial Association Standard RS232

Annunciator และ Remote Annunciator เป็นแผงแสดงรายละเอียดของสถานที่เกิดเหตุต่าง ๆ เป็น Graphic ให้ทำด้วยแผ่น Standless ชนิดด้าน (Hair Line) กัดเซาะร่องพร้อมติด LED และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ เช่น Acknowledge Switch, Test Switch, Reset Switch เป็นต้น ส่วนชนิดธรรมดาให้เป็นแบบ Window Type ที่แสดงอักษรต่าง ๆ และเป็นชุดประกอบสำเร็จแบบ Modular

Power Supply Unit ประกอบด้วยเครื่องอัดประจุไฟฟ้าให้ Battery และ Battery ชนิดของ Battery ให้เป็น Seal Lead มีอายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า 5 ปี ขนาดเพียงพอให้ระบบทำงานได้เต็มกำลัง ขณะไฟฟ้าดับนาน 4 ชั่วโมง Power Supply Unit จะต้องได้ UL Listed ขนาดแรงดันไฟฟ้าเข้าให้เป็น 1 เฟส 220 โวลต์ 50 เฮิร์ต

CRT with Keyboard เป็นชนิด Colour Monitor 14" เพื่อใช้ในการตรวจสอบ แก้ไข Program ต่าง ๆ เรียกดูข้อมูลต่าง ๆ ภายในระบบตลอดจนแสดงผลทาง Graphic ทั้งนี้ Software ของระบบต้องสามารถรองรับการสร้างภาพ Graphic แผ่นผังตัวอาคารได้ไม่น้อยกว่า 100 ภาพ

- 7.2 Fireman Communication and Control Center เป็นแผงควบคุมการสื่อสารของ Fireman Telephone ระหว่างห้องควบคุมกับจุดที่ตั้ง Fireman Telephone ต่าง ๆ สวิตช์และหลอดไฟสัญญาณต่าง ๆ ให้เป็นแบบ Modular ภายในแผงควบคุม จะต้องมียุทธศาสตร์ประจำแผง 1 ชุด พร้อมทั้ง Fireman Portable Telephone จำนวน 6 ชุด

- 7.3 Addressable Peripheral Devices คือ Remote Terminal Unit (RTU)

Remote Terminal Unit (RTU) เป็นหน่วยรับ-ส่งสัญญาณ Digital Signal จาก Detector หรือ Switch แล้วแปลงเป็น Multiplexing Signal ส่งไป SFCP เพื่อต่อไปยัง FCP อีกครั้ง และในอีกทางหนึ่ง สัญญาณคำสั่งจาก FCP สามารถส่งไป SFCP เพื่อผ่านไป RTU ให้แปลงเป็น Digital Output ไปใช้ส่งงานต่อไป

RTU จะต้องมียุทธศาสตร์ Mean เพื่อกำหนดที่อยู่ของ Detector และ Switch แต่ละตัว Control Module จะต้องเป็นชนิด Supervised Zone เพื่อตรวจสอบการทำงานของ Detector, Switch Loop หรือ Loop ของอุปกรณ์ต่าง ๆ

การติดตั้ง RTU ให้ประกอบอยู่ในกล่องโลหะเฉพาะชนิดติดตั้งกับกำแพงหรือผนัง การเปิดฝากล่องหรือเกิด Power Failure จะต้องส่งสัญญาณแจ้งไปยัง SFCP และ FCP จำนวนของสัญญาณนี้จะไม่นับรวมเป็น Input Signal

- 7.4 Conventional Peripheral Devices

Smoke Detector เป็นชนิด Dual-Chamber Ionization Type โดย Chamber แรกจะตรวจสอบความไวภายในเทียบกับความไวของ Chamber ที่ 2 ซึ่งเป็น Chamber ของควันไฟการ Ionized ของ Chamber ทั้งสองเกิดจาก Americium 241 โดยมีค่าไม่เกิน 1.0 Microcurie, Detector จะต้องมียุทธศาสตร์ Screen เพื่อป้องกันสิ่งแปลกปลอมเข้าไปใน Chamber Detector แต่ละตัวจะต้องมี LED เพื่อแสดงสภาวะการใช้งานและการทำงาน คือกระพริบขณะปกติและสว่างตลอดเมื่อจับสัญญาณควันได้ มี Coverage Area ไม่ต่ำกว่า 80 ตารางเมตรในพื้นที่สูงไม่เกิน 5 เมตรฐานให้เป็นชนิด Twist Lock

Heat Detector เป็นชนิด Dual Thermal Element การทำงานมี 2 แบบในตัวเดียวกันคือ Rate of Rise และแบบ Fixed Temperature ชนิด Rate of Rise จะทำงานเมื่อจับสัญญาณเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ 8 องศาเซลเซียส (15 องศาฟาเรนไฮต์) ต่อหน้าที่ ชนิด Fixed Temperature จะทำงานเมื่อตรวจจับอุณหภูมิได้ 57 องศาเซลเซียส (135 องศาฟาเรนไฮต์) หรือ 93 องศาเซลเซียส (200 องศาฟาเรนไฮต์) ตามที่กำหนดในแบบ ทั้งนี้ต้องมี Coverage Area ไม่ต่ำกว่า 80 ตารางเมตร

Manual Pull Station เป็นชนิด Single Action, Non-Coded, Pull Level Type with Key Switch for Presignal or General Alarm โครงสร้างเป็นโลหะหล่อพ่นสีแดง มีแท่งแก้วหรือกระจกประกอบ ตัว Key Switch ต้องประกอบสำเร็จมาพร้อมกับตัว Pull Station จากโรงงานผู้ผลิต

Audible Alarm Device เป็นกระดิ่งทำด้วยโลหะหล่อ ทาสีแดง แบบติดผนัง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 15 เซนติเมตร ใช้ได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร ทำงานด้วยไฟตรง 24 โวลต์ สำหรับระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

เท่านั้น ส่วนสัญญาณแจ้งเหตุฉุกเฉินให้เป็นเสียงที่แตกต่างออกไปและให้ดังที่แผงควบคุม FCP หรือ Remote Annunciator เท่านั้น

Fire Alarm Speaker กรณีเป็นชนิดติดฝ้าเพดาน ให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 15 เซนติเมตร พร้อม Matching Transformer และ Mounting Grill กำลัง 3 วัตต์ โดย Tap ลงมาได้ 1 วัตต์ Sound Pressure Level ที่ 1 กิโลเมตร วัตต์ 3 เมตร ได้อย่างน้อยที่สุด 70 dB ที่ 1 วัตต์ Input กรณีเป็นชนิด Horn Type ให้เป็นชนิด Wire Range ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร พร้อม Matching Transformer กำลัง 15 วัตต์ และสามารถ Tap ลงมาเหลือ 5 วัตต์ Sound Pressure Level ที่ 1 กิโลเมตร วัตต์ 3 เมตร ได้อย่างน้อยที่สุด 110 dB ที่กำลัง 1 วัตต์ Input Audio Power Amplifier จะต้องได้ UL Listed ขนาดเพียงพอในการขับลำโพงต่าง ๆ ได้

ประตูหนีไฟต่าง ๆ ที่ระบุให้มีการจัดเตรียม Door Switch ให้เป็นชนิด Magnetic Contact

Panic Alarm Switch สำหรับแจ้งเหตุฉุกเฉินเมื่อระบุให้จัดหาตามแบบ ให้เป็นชนิด Flush Mounted หรือ Surface Mounted ชนิด Normally Open Maintain Contact Type การปลด Contact ต่าง ๆ ให้คืนสู่สภาวะปกติ ให้ทำได้โดย Key Setting ฝาปิดต่าง ๆ หรือโครงสร้างของ Switch ให้สามารถป้องกันการ กระแทกโดยบังเอิญได้

8. การติดตั้ง

8.1 FCP ให้ติดตั้งในห้องควบคุมตามที่แสดงในแบบ โดยจัด Monitor และ Printer ไว้บน Console Table ที่ออกแบบเฉพาะ

8.2 สายสัญญาณสื่อสารระหว่าง FCP กับ SFCP หรือ SFCP กับ RTU ให้เป็นชนิด Co-Axial Cable หรือเป็น Twisted-Pair with Screen Shield หรือตามข้อกำหนดของผู้ผลิต

สายไฟฟ้าจากอุปกรณ์ Detector, Switch หรืออุปกรณ์แจ้งเหตุอื่น ๆ มายังกล่องต่อสายย่อย (F/A Box) ให้เป็นชนิด VCT ส่วนสายระหว่างกล่องต่อสายย่อยกับ RTU ให้เป็นชนิด CVV จำนวน Core ตามที่ระบุในแบบ ขนาดของสายที่ใช้ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร สำหรับอุปกรณ์รับสัญญาณตรวจจับ (Initiating Device) และขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร สำหรับอุปกรณ์แจ้งสัญญาณเตือน (Alarm Device) ทั้งนี้รหัสสีของสายที่ใช้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เป็นดังนี้

	Positive	Negative
- Alarm Bell	สีน้ำเงิน	สีเทา
- Key Switch	สีเหลือง	สีเหลือง
- Manual Pull Station	สีขาว	สีขาว
- Smoke Detector	สีแดง	สีเขียว
- Heat Detector	สีแดง	สีเขียว
- อื่น ๆ	สีดำ	สีดำ

ขนาดและชนิดของท่อร้อยสาย ให้เป็นไปตามหมวด “ท่อร้อยสายไฟฟ้า” หรือตามที่ระบุในแบบ

8.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Riser Diagram แสดงรายละเอียดตัวอุปกรณ์ชนิด และการเดินสายตลอดจนการจัดวางระบบ เพื่อขออนุมัติก่อนการดำเนินการติดตั้ง

9. การทดสอบและฝึกอบรม

การทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน UL พร้อมกับยื่นรายการและวิธีการทดสอบเพื่อขอความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน ผู้รับจ้างจะต้องทำการฝึกอบรมเพื่อให้พนักงานของผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการมีความเชี่ยวชาญในการใช้และทดสอบระบบ

ส่วนที่ 23
ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน
(Approved Materials and Manufacturers)

1. วัสดุประสงค์

รายละเอียดในหมวดนี้ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ วัสดุ และอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับ ทั้งนี้ คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้น ๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่กำหนดไว้ การเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากชื่อที่ให้ไว้จำเป็นต้องแสดงเอกสารรายละเอียด และหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอ เพื่อการพิจารณาอนุมัติให้ใช้งานโดยมี คุณภาพเทียบเท่า

2. รายการตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
2.1	<u>Distribution Transformer</u> (Oil Immersed) Teparak Ekarat Thai Maxwell Thai Trafo Tira Thai Chroenchai	Local Local Local Local Local Local
2.2	<u>Low Voltage Circuit Breaker</u> Cutler-Hammer GE Square-D Siemens Moeller Merlin Gerin ABB	USA USA USA Germany Germany France Italy
2.3	<u>Panelboard</u> Cutler-Hammer GE Square-D Siemens ABB Merlin Gerin Moeller	USA USA USA Germany Italy France Germany
2.4	<u>Safety Switch</u> Cutler-Hammer GE Square-D Siemens	USA USA USA Germany
2.5	<u>Power Capacitor</u> Siemens ABB	Germany Local

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
	Nokian	Finland
	Merlin Gerin	France
	Ducati	Italy
	Epcos	Germany
	MKS	Germany
	Electronicon	Germany
2.6	<u>Contactor and Control Relay</u>	
	Siemens	Germany
	Fuji	Japan
	Mitsubishi	Japan
	Merlin Gerin	France
	ABB	France
	Finder	Italy
2.7	<u>Surge Arrester</u>	
	Kleinhuis	Germany
	Dehn	Germany
	Merlin Gerin	France
	Phoenix Contact	Germany
2.8	<u>Low Voltage Current Transformer and Potential Transformer</u>	
	Celsa	Spain
	Gossen	Germany
	Crompton	UK
	Cutler-Hammer	USA
	Siemens	Germany
	Fuji	Japan
	Mitsubishi	Japan
2.9	<u>High Voltage Current Transformer and Potential Transformer</u>	
	ABB	Finland
	KWK	Germany
	Merlin Gerin	France
	Siemens	Germany
2.10	<u>Protective Relays</u>	
	GE	USA
	Cutler-Hammer	USA
	Mitsubishi	Japan
	Fuji	Japan
	GEC	UK
	ABB	Sweden
	Merlin Gerin	France
	Crompton	UK
	Siemens	Germany

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
2.11	<u>Metering and Associated Equipment</u> Janitza Gossen Fuji Mitsubishi Crompton Cutler-Hammer Siemens Celza	Germany Germany Japan Japan UK USA Germany Spain
2.12	<u>Generator Set</u> Mitsubishi Caterpillar Cummin Onan Deutz Kohler	Japan USA USA USA Germany USA
2.13	<u>Switch and Outlet</u> MK Panasonic Legrand Bticino Toshiba Clipsal Crabtree	UK Local France Italy Japan Australia UK
2.14	<u>2 Wire Remote Switch</u> Panasonic Toshiba Clipsal Fuji	Japan Japan Australia Japan
2.15	<u>Telephone PABX</u> NEC Fujitsu Hitachi Siemens Alcatel Mitel GPT Ericsson Northern-Telecom (Nortel)	Japan Japan Japan Germany Austria Canada UK Sweden Canada

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
2.16	<u>Telephone Outlet</u> Legrand Hitachi MK Panasonic Bticino Toshiba Clipsal	France Japan UK Japan Italy Japan Australia
2.17	<u>Telephone Terminal</u> Bell 3M Quante Krone Nortern Telecom Pouyet	USA USA Germany Germany Canada France
2.18	<u>Sound System (Public Address)</u> TOA Sony National Dynacord Philips	Japan Japan Japan Germany Netherland
2.19	<u>CD & DVD Player</u> Teac Nakamichi Yamaha Sony Pioneer	Japan Japan Japan Japan Japan
2.20	<u>Camera (CCTV System)</u> Video Tronic Vicon Burle Pelco Bosch (Philips) Panasonic Bewater TOA Sanyo JVC	Germany USA USA USA Netherland Japan UK Japan Japan Japan
2.21	<u>Monitor (CCTV System)</u> Bosch (Philips) Panasonic	Netherland Japan

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
2.22	JVC Burle Vicon <u>Multiplexer (CCTV System)</u> Vicon Burle Pelco Dedicated Micros Bosch (Philips) TOA Robot	Japan USA USA USA USA USA UK Netherland Japan USA
2.23	<u>Recorder (CCTV System)</u> Vicon GYYR JVC Panasonic Bosch (Philips)	USA USA Japan Japan Netherland
2.24	<u>Digital Video Recorder</u> JVC Bosch (Philips) Pelco Vicon Kalatel Dedicated Micros Bewater	Japan Netherland USA USA USA UK UK
2.25	<u>MATV System</u> Wisi Hirschmann Kathrein Maspro Philips Portenseigne	Germany Germany Germany Japan Netherland France
2.26	<u>MATV Cable</u> Wisi Parame Drop TFC Hirschmann Kathrein Maspro	Germany USA USA Germany Germany Japan
2.27	<u>Luminaire</u> Philips Delight X-Trabrite EYE Luso GE	Local Local Local Japan Local USA

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
	Metrolite	Local
	WE-EF	Local
	Panasonic	Japan
	Holophane	USA
	ERCO	Germany
	Sylvania	USA
	Bega	Germany
	Bryant	Local
	Optex	Local
	Zumtobel	Germany
	Litex	Local
	Vinic	Local
	Sill	
	Lanex	Local
	Noral	
	Ligman	Local
	Endo	Local
2.28	<u>Battery Light</u>	
	Delight	Local
	Sunny	Local
	Max Bright - CEE	Local
	Safeguard	Local
2.29	<u>Battery Unit for Emergency Light</u>	
	Panasonic	Japan
	GS	Japan
	Yausa	Japan
2.30	<u>Luminaire (Explosion Proof)</u>	
	Hubbell	USA
	Crouse Hinds	USA
	GE	USA
	Stalh	Germany
	EYE	Japan
	Philips	Netherlands
	ABB	Switzerland
	Legrand	France
2.31	<u>Lamp</u>	
	GE	USA
	Osram	Germany
	EYE	Japan
	Toshiba	Japan
	Philips	Netherland & Local
	Sylvania	USA
	Panasonic	Japan
2.32	<u>Lamp Holder</u>	
	GE	USA
	BJB	Germany

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
2.33	Vossloh	Germany
	Panasonic	Japan
	Philips	Netherland
	<u>Ballast</u>	
	May & Christ	Germany
	Schwabe	Germany
	EYE	Japan
	Philips	Netherland & Local
	MK	Local
	Vosloh	Germany & Local
2.34	GE	USA
	Osram	Germany
	<u>Electronic Ballast</u>	
	Econo-Watd	Local
	AE	Local
	Dyno	Local
	Delight	Local
	Linear	Local
	Osram	Germany
	Philips	Netherland
2.35	Sylvania	USA
	Motorola	USA
	<u>Starter</u>	
	Osram	Germany
	Toshiba	Japan
	Philips	Local
	Sylvania	USA
2.36	<u>Capacitor for Lighting</u>	
	Cambridge	UK
	RFT	Germany
	Merlin Gerin	France
	PED	France
	Thorn EMI	UK
	ABB	Belgium
	Ducati	Italy
2.37	<u>Conduit (Metalic)</u>	
	Panasonic	Local
	TAS	Local
	RSI	Local
	PAT	Local
	ABSO	Local
	Airow Pipe	Local
2.38	<u>Conduit (Non Metalic)</u>	
	Clipsal	Australia
	FRE	Canada
	Eflex	Local

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
	GRE	Local
	TAP	Local
	พ่อน้ำไทย	Local
	ตราช้าง	Local
2.39	<u>Wireway & Cable Tray</u>	
	SCI	Local
	TST	Local
	BSM	Local
	SMC	Local
	TAS	Local
2.40	<u>Power & Control Cable</u>	
	Phelpsdodge	Local
	Thai Yazaki	Local
	Bangkok Cable	Local
	MCI	Local
	CTW	Local
2.41	<u>Fire Resistance Cable</u>	
	Pirelli	UK
	Nexan (Alcatel)	France
	Furukawa	Japan
	Radox	Switzerland
	Studer	Switzerland
2.42	<u>Telephone Cable</u>	
	Phelpsdodge	Local
	Thai Yazaki	Local
	Bangkok Cable	Local
	GEC	Local
	SP	Local
	CTW	Local
2.43	<u>Data Cable</u>	
	Panduit	USA
	Belden	USA
	Pouyet	France
	Northern Telecom	Canada
	Avaya	USA
	Alcatel	Belgium
	Mod-Tap	USA
	Olex	Australia
	Amp	USA
	3M	USA
	Krone	Germany
2.44	<u>Data Terminal</u>	
	Pouyet	France
	Northern Telecom	Canada
	Avaya	USA
	Alcatel	Belgium

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
2.45	Mod-Tap Amp 3M Krone <u>Data Outlet</u> Pouyet Northern Telecom Avaya Alcatel Mod-Tap Amp 3M Krone	USA USA USA Germany France Canada USA Belgium USA USA USA Germany
2.46	<u>Access Control System</u> Bosch (Philips) Andover Johnson Control Casi Rusco Northern Computers ASCO AMAG Cardax Galaxy Seimens	 Netherland USA USA USA USA Australia USA UK USA Germany
2.47	<u>Nurse Call System</u> Rauland Austco Philips Edwards	 USA Australia Netherland USA
2.48	<u>Uninterruptable Power Supply (UPS)</u> Merlin Gerlin Socomec Emerson Siemens	 France France UK Germany
2.49	<u>UPS Battery</u> Exide Vartar Hoppecke Chloride Alcad Tungstone	 USA Germany Germany UK UK UK

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
	Nife	Norway
	Fiamm	Italy
	C&D	USA
	Edward	USA
	Johnson Control	USA
	Pyrotronic	USA
	Kidde	USA
	Notifier	USA
	Cerberus	Switzerland
	Honeywell	USA
2.50	<u>Isolation Power System</u>	
	Square-D	USA
	Hospital System	USA
	Isotrol Systems	USA
	BENDER	Germany
	SIEMENS	Germany
2.51	<u>Fire Barrier System</u>	
	3M	USA
	GE	USA
	Wormald	USA
	Down Corning	USA
	KBS	Germany
	Furukawa	Japan
	Sumitomo Electric	Japan
	Abesco	UK
2.52	<u>Low Voltage Main and Distribution Board Manufacturer</u>	
	Siam Industry	Local
	PMK	Local
	SCI	Local
	Tusco	Local
	E.S. International	Local
	Centerpoint Industry	Local
	Asefa	Local
	SMD	Local
2.53	Fire Alarm System	
	Edward	USA
	Johnson Control	USA
	Pyrotronic	USA
	Kidde	USA
	Notifier	USA
	Cerberus	Switzerland
	Honeywell	USA

หมวด 15 งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

ส่วนที่ 1.

ข้อกำหนดและความต้องการทางด้านเทคนิค

1. ขอบเขตของงาน

- 1.1 ขอบเขตของงานครอบคลุมถึงการจัดหา ติดตั้ง และทดสอบเครื่องอุปกรณ์ระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศ ซึ่งติดตั้งทั้งภายนอก และภายในอาคารดังแสดงไว้ในแบบ และข้อกำหนดเพื่อให้ได้งานสมบูรณ์และถูกต้อง
- 1.2 ระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศประกอบด้วยรายการต่างๆดังที่ระบุในรายละเอียดประกอบแบบนี้และดังที่แสดงในแบบ ประกอบด้วยรายการดังต่อไปนี้
 - ก. เครื่องทำน้ำเย็น
 - ข. หอระบายความร้อน
 - ค. เครื่องสูบน้ำ
 - ง. เครื่องส่งลมเย็น
 - จ. เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน
 - ฉ. เครื่องปรับอากาศสำหรับห้องคอมพิวเตอร์
 - ช. ระบบระบายอากาศ
 - ซ. ระบบท่อลม
 - ฌ. ระบบท่อน้ำ
 - ฎ. ระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับระบบปรับอากาศและระบายอากาศ
 - ฏ. ระบบปรับคุณภาพน้ำ
 - ฐ. ระบบไฟฟ้าสำหรับงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ
 - ร. ระบบ VAV
 - ท. อุปกรณ์เก็บเสียง

2. สถาบันมาตรฐาน

ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานทั่วไปของวัสดุ อุปกรณ์การประกอบและการติดตั้งที่ระบุไว้ในแบบและรายละเอียดประกอบแบบเพื่อใช้อ้างอิงสำหรับงานตามสัญญาในโครงการนี้ให้ถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้.-

AMCA	-	Air Movement and Control Association
ANSI	-	American National Standard Institute
ARI	-	Air-Conditioning and Refrigeration Institute
ASHRAE	-	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
ASME	-	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	-	American Society of Testing Materials
IEC	-	International Electro-Technical Commission
MEA	-	Metropolitan Electricity Authority
NEC	-	National Electrical Code

NEMA	-	National Electrical Manufacturers	
NFPA	-	National Fire Protection Association	
SMACNA	-	Sheet Metal and Air-Conditioning Contractors	National Association Inc.
TIS	-	Thai Industrial Standard	
UL	-	Underwriters Laboratories, Inc.	

3. สถาบันตรวจสอบ

ในกรณีที่ต้องทดสอบคุณภาพ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้งานตามสัญญานี้ อนุญาตให้ทดสอบในสถาบันดังต่อไปนี้ได้โดยค่าใช้จ่ายในการทดสอบให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

- ก. คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ข. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ค. กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- ง. สถาบันอื่น ๆ ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปและได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง

4. การรับประกันและข้อกำหนด

- 4.1 ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันอุปกรณ์และระบบท่อส่งลมเย็นและท่อน้ำทั้งหมดเป็นเวลา 2 ปี และบริการการซ่อมบำรุงเป็นระยะเวลา 5 ปีนับตั้งแต่ส่งมอบงาน
- 4.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ DVD ฝึกสอนการใช้อุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งให้ความรู้กับคนของทางอาคารจนมีความรู้ความสามารถในการใช้งานและบำรุงรักษาอุปกรณ์เบื้องต้นได้

ส่วนที่ 2.

เครื่องปรับอากาศแบบ VARIABLE REFRIGERANT FLOW [VRF]

1. ความต้องการทั่วไป

เครื่องปรับอากาศแบบ Variable Refrigerant Flow ชุดหนึ่ง ๆ ประกอบด้วยเครื่องระบายความร้อน ซึ่งใช้คู่กันกับเครื่องเป่าลมเย็นมากกว่า 1 ชุดขึ้นไป และทั้งชุดประกอบมาเสร็จเรียบร้อยจากโรงงานในต่างประเทศ หรือประกอบภายในประเทศภายใต้ลิขสิทธิ์ของผลิตภัณฑ์นั้น โดยที่เครื่องระบายความร้อนเป็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ ซึ่งเมื่อใช้คู่กับเครื่องเป่าลมเย็นตามที่ผู้ผลิตแนะนำ และมีหลักฐานยืนยันแล้วจะต้องสามารถทำความเย็นรวมได้ตามข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์ที่สภาวะอากาศเข้าคอยล์เย็นที่อุณหภูมิ 27°C DB, 19°C WB (80.6°F DB, 66°F WB) และอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อนที่อุณหภูมิ 35°C DB (95°F WB) ความสามารถของระบบจะต้องรองรับการเดินท่อน้ำยาได้ถึง 100 เมตร และความต่างระดับของเครื่องระบายความร้อนกับเครื่องเป่าลมเย็นได้ถึง 40 เมตร ระบบควบคุมจะต้องจัดเตรียมด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติแบบไมโครโปรเซสเซอร์มาอย่างครบชุด

2. เครื่องระบายความร้อน

เป็นแบบเป่าลมร้อนขึ้นด้านบน ประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์ชนิด Sealed Hermetic Type แบบ Scroll อย่างน้อย 1 ชุด และมีวงจรน้ำยาเป็นแบบ Single ใช้กับระบบน้ำยา R-22 หรือ R-407C หรือ R-410a การปรับเปลี่ยนความเร็วรอบของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์แบบ Inverter เป็นไปโดยอัตโนมัติ และระบบไฟฟ้า 380 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิร์ต หรือ 220 โวลต์ 1

เฟส 50 เอิร์ท ตามที่กำหนดในรายการอุปกรณ์ โดยห้ามทำการดัดแปลงหรือใช้หม้อแปลง แปลงแรงดันไฟฟ้าอีกทีหนึ่ง รายละเอียดอื่น ๆ มีดังต่อไปนี้.-

- 2.1 คอมเพรสเซอร์ แต่ละชุดต้องติดตั้งอยู่บนฐานที่แข็งแรง และมีลูกยางกันกระเทือนรองรับ
- 2.2 ตัวถังเครื่องระบายความร้อน ทำด้วยเหล็กอาบสังกะสีหรือเหล็กดำ ฟันสีกันสนิมและสีภายนอกอย่างดี ซึ่งทนทานต่อสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร
- 2.3 พัดลมระบายความร้อนเป็นแบบ Propeller Type ขับด้วยมอเตอร์ชนิด Weather proof
- 2.4 แผงระบายความร้อน ทำด้วยท่อทองแดง มีครีบริบายความร้อนทำด้วยอลูมิเนียมชนิด Plate Fin Type อัดติดแน่นกับท่อด้วยวิธีกล และจะต้องเคลือบด้วยสารป้องกันการกัดกร่อนทางเคมี จำนวนครีบริบายความร้อนไม่น้อยกว่า 480 ครีบริบายต่อเมตร (12 ครีบริบายนิ้ว)
- 2.5 อุปกรณ์อื่น ๆ ในเครื่องระบายความร้อนมีดังนี้.-
 - ก. Internal Thermal Switch protection and overcurrent protection device for compressor.
 - ข. Inverter overload protection devices for inverter control.
 - ค. Thermal Switch protection device for fan motor.
 - ง. Check valve high pressure protection device for compressor.
 - จ. Suction / Liquid line shut off valve.
 - ฉ. Refrigerant charging port (service port)
 - ช. Solenoid valve control sub cool coil bypass.
 - ซ. Accumulator tank for buffer and reserve refrigerant.
 - ณ. Oil separator and automatic oil recovery and equalization operations.
- 2.6 ระดับความดังของเสียงจะต้องไม่เกิน 58 dB(A) ในขณะการทำงานปกติ วัดที่ระยะห่างแนวราบ 1 เมตร

3. เครื่องเป่าลมเย็น (Fan Coil Unit)

- 3.1 เครื่องเป่าลมเย็นแต่ละชุด จะต้องสามารถส่งปริมาณลมและให้ความดันลม (External Static Pressure) ได้ไม่น้อยกว่าที่ระบุในรายการอุปกรณ์
- 3.2 พัดลมเป่าลมเย็นเป็นแบบ Sirocco, turbo fan หรือ cross flow fan ทำจากพลาสติกหรือเหล็กอาบสังกะสี พัดลมตัวเดียวหรือสองตัวตั้ง อยู่บนชาฟท์เดียวกัน
- 3.3 มอเตอร์ขับพัดลมแบบ Direct-Drive ตัวพัดลมจะต้องได้รับการตรวจหรือปรับสมดุลย์ทั้งในขณะหยุดนิ่งและขณะทำงานมาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต
- 3.4 ตัวถังเครื่องเป่าลมเย็นทำด้วยเหล็กอาบสังกะสี หรือเหล็กดำฟันสีกันสนิม และสีภายนอกอย่างดี ภายในตัวเครื่องบุด้วยฉนวนไม่ลามไฟชนิด Closed Cell Insulation หรือ Fire Retardant Polyurethane ความหนาเพียงพอที่ไม่ให้เกิดการเกาะของหยดน้ำ ถาดรองน้ำทิ้งบุด้วยฉนวนประเภทเดียวกัน ประกอบมาเสร็จเรียบร้อยจากโรงงานผู้ผลิต
- 3.5 แผงคอยล์เย็นเป็นแบบ Direct Expansion Coil ทำด้วยท่อทองแดง มีครีบริบายความร้อนทำด้วยอลูมิเนียมชนิด Plate Fin Type อัดติดแน่นกับท่อด้วยวิธีกล และแผงคอยล์เย็นแต่ละชุดจะต้องสามารถจ่ายความเย็นได้ตามขนาดของเครื่องระบายความร้อนแต่ละชุดตามข้อกำหนด
- 3.6 อุปกรณ์ประกอบของเครื่องเป่าลมเย็นมีดังต่อไปนี้.-

- ก. Return air, refrigerant entering and refrigerant leaving thermistor sensors.
- ข. Electronic or Electric expansion valve
- ค. Drain pan and drain pan connection.
- ง. Refrigerant pipe connections.
- จ. Printed circuit board.
- ฉ. PID control for expansion valve.

4. ระบบท่อน้ำยาและท่อน้ำทิ้ง

- 4.1 ท่อน้ำยาเป็นท่อทองแดงชนิดแข็ง Type L และให้หุ้มท่อ Suction ด้วยฉนวน Closed Cell Insulation หนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) หรือตามที่ระบุในแบบ ท่อน้ำยา Suction และ Liquid ให้เดินแยกจากกัน โดยมี Clamp รััดทุก ๆ ระยะที่ห่างกันไม่เกิน 2.5 เมตร (8 ฟุต) ฉนวนหุ้มท่อส่วนที่รัด Clamp ให้สอดแผ่นสังกะสีกว้างไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) หุ้มรอบฉนวนก่อนรัด Clamp
- 4.2 การเดินท่อน้ำยาจะต้องเดินขนานหรือตั้งฉากกับอาคาร ท่อส่วนที่เจาะทะลุตัวอาคารให้ใส่ Pipe Sleeves ทุกแห่งและอุดช่องว่างด้วยวัสดุกันน้ำ ท่อน้ำยาและท่อสายไฟที่เดินทะลุขึ้นไปบนดาดฟ้า ให้ทำฝาดครอบ หรือก่ออิฐช่องที่ท่อทะลุขึ้นไปเพื่อกันฝน ท่อทั้งหมดที่เดินบนดาดฟ้า ให้รองรับด้วยเหล็กตัวซี (C) ขนาด 75 มม. x 40 มม. x 5 มม. (3 นิ้ว x 1 1/2 x 0.2 นิ้ว) โดยเหล็กรองรับดังกล่าวต้องอยู่ห่างกันไม่เกิน 2.4 เมตร (8 ฟุต) ความยาวของเหล็กรองรับต้องมากพอที่จะรับ Clamp ยึดท่อทั้งหมดได้
- 4.3 ท่อน้ำทิ้งใช้ท่อ PVC แข็ง, Class 8.5 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 17-2532 อุปกรณ์ ข้อต่อท่อจะต้องใช้ชนิดที่มีความหนาตามประเภทท่อที่ใช้ และใช้น้ำยาต่อท่อตามคำแนะนำของผู้ผลิต ท่อน้ำทิ้งจะต้องหุ้มฉนวนไม่ลามไฟชนิด Closed Cell Insulation ความหนาไม่น้อยกว่า 12 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว)
- 4.4 ในทุก ๆ กรณีจะต้องตรวจปริมาณน้ำยาให้เต็มระบบท่อเสมอ โดยการตรวจดูทางด้าน Sight Glass จะต้องเห็นน้ำยาไม่เป็นฟองอากาศ
- 4.5 ข้อต่อของท่อน้ำยาจะต้องประกอบด้วยวัสดุฉนวนเสร็จเรียบร้อยมาจากผู้ผลิต และการติดตั้งระบบท่อน้ำยาต้องทำตามคำแนะนำของผู้ผลิต

5. ระบบควบคุม (Control System)

- 5.1 อุปกรณ์ควบคุมเป็นแบบไมโครโปรเซสเซอร์เป็นหลัก โดยส่วนประกอบของระบบต้องสามารถทำงานเทียบเท่ากับระบบ Intelligent Manager plus BACnet Gateway โครงข่ายของระบบควบคุมจะต้องเชื่อมต่อโดยตรงกับอุปกรณ์หรือระบบอื่นๆ โดยการเตรียม BACnet protocol ให้ง่าย
- 5.2 เครื่องควบคุมอุณหภูมิจะต้องเป็นชนิดอิเล็กทรอนิกส์ ติดตั้งควบคุมจุดที่กำหนดไว้ในแบบ หรือติดตั้งภายในส่วนลมกลับของเครื่องเป่าลมเย็น
- 5.3 ท่อร้อยสายไฟจะต้องเป็นท่อเหล็ก โดยในส่วนที่ติดตั้งภายในสถานที่ปรับอากาศจะเป็นแบบ EMT และในส่วนที่อยู่นอกสถานที่ปรับอากาศเป็นแบบ IMC
- 5.4 ท่อที่ใช้สำหรับสายสัญญาณจะต้องเป็นแบบ PVC ของท่อร้อยสายไฟฟ้า
- 5.5 จุดเชื่อมต่อของท่อจะต้องเป็น Waterproof ติดตั้งสะดวกสำหรับพื้นที่ภายนอก และพื้นที่ภายใน
- 5.6 การติดตั้ง Safety Switch ทั้งแบบที่มีฟิวส์ หรือไม่มีฟิวส์จะต้องติดตั้งให้ใกล้กับเครื่องระบายความร้อนให้ได้มากที่สุด และขนาดของอุปกรณ์ต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศ

- 5.7 การเดินสายไฟฟ้า (ซึ่งรวมถึงสายไฟสำหรับเครื่องปรับอากาศ) และสายสัญญาณจะต้องไม่วางอยู่ในท่อร้อยสายไฟเดียวกัน โดยสายไฟฟ้าและสายสัญญาณจะต้องเดินภายในท่อที่แยกกันต่างหาก
- จะต้องมีระบบควบคุมเชื่อมโยงกัน (Interlocking System) ระหว่างเครื่องระบายความร้อน และเครื่องเป่าลมเย็น เพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องระบายความร้อนทำงานเมื่อมอเตอร์พัดลมเป่าลมเย็นไม่ทำงาน หรือเครื่องระบายความร้อนทำงานก่อนเครื่องเป่าลมเย็น ในวงจรควบคุมจะต้องมีการใส่ฟิวส์ไว้ด้วย
6. การติดตั้งระบบปรับอากาศ
- 6.1 การติดตั้งระบบปรับอากาศให้เป็นไปตามแบบ สำหรับเครื่องเป่าลมเย็น การติดตั้งอาจเคลื่อนย้ายจุดติดตั้งได้ตามความเหมาะสมและความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน การติดตั้งเครื่องระบายความร้อน ให้รองรับทุกเครื่องด้วยขาเหล็ก มีลูกยางกันกระเทือนรองรับ ชิ้นส่วนที่เป็นเหล็ก ให้ทาสีกันสนิมและสีทาภายนอกอีกชั้นหนึ่ง
- 6.2 การติดตั้งสวิทช์เปิด-ปิด และเครื่องควบคุมอุณหภูมิ ให้ติดตั้งตามจุดที่กำหนดไว้ในแบบหรือรายการ ในกรณีที่มีอุปสรรคเกี่ยวกับโครงสร้างของอาคาร ทำให้ไม่สามารถติดตั้งได้ตามจุดที่กำหนดในแบบ ผู้ควบคุมงานจะเป็นผู้กำหนดให้ใหม่เวลาทำการติดตั้ง
- 6.3 การติดตั้งเครื่องเป่าลมเย็นให้มี Vibration Isolators รองรับเพื่อป้องกันการสั่นสะเทือน การติดตั้งระบบปรับอากาศ ให้คำนึงถึงเรื่องเสียงเป็นสำคัญด้วย โดยเมื่อเดินเครื่องปรับอากาศจะต้องมีเสียงดังไม่เป็นที่รบกวนผู้อาศัยใกล้เคียง
- 6.4 การทดสอบระบบจะต้องควบคุมโดยผู้ผลิต

ส่วนที่ 3.

พัดลมระบายอากาศ

Ventilation and Exhaust Fans

1. ความต้องการทั่วไป
- พัดลมระบายอากาศใช้ในการเคลื่อนย้ายปริมาณอากาศออกนอกบริเวณที่ต้องการระบายอากาศ ตามที่ระบุในตารางอุปกรณ์
- 1.1 พัดลมระบายอากาศต้องเป็นรุ่นมาตรฐานของผู้ผลิตที่ออกแบบมาสำหรับใช้กับระบบไฟฟ้า 50 เฮิร์ต
- 1.2 ความดังของเสียงพัดลม โดยทั่วไปจะต้องไม่เกิน 80 dBA (RE 2×10^{-5} Pa AMCA 301-76) ที่ระยะ 1.0 m. และสำหรับพัดลมที่ติดตั้งในลักษณะ Freeblow จะต้องไม่เกิน 55 dBA (RE 2×10^{-5} Pa AMCA 301-76) โดยวัดที่ระยะห่างโดยรอบไม่เกิน 1.0 เมตร ถ้าหากเสียงดังเกินกว่านี้ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งอุปกรณ์เก็บเสียงที่เหมาะสม เพื่อลดระดับเสียงลงจนอยู่ในเกณฑ์ที่เทียบเท่ากันนี้
- 1.3 มอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนพัดลมผ่านชุดสายพานขับเคลื่อนเป็นแบบ TEFC, Squirrel Cage, Induction Motor ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิร์ต หรือ 220 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ต ตามที่กำหนดในแบบหรือตารางอุปกรณ์ มาตรฐาน NEMA หรือ IEC Synchronous Speed 1,500 RPM, Insulation Class B Rotor Torque Class 1.3 สำหรับมอเตอร์ขนาดเล็กกว่า 0.55 กิโลวัตต์ (3/4 แรงม้า) และ Rotor Torque Class 1.6 สำหรับมอเตอร์ที่มีขนาดใหญ่กว่าและเท่ากับ 0.55 กิโลวัตต์ (3/4 แรงม้า), Class of Protection ไม่ต่ำกว่า IP 55, การจัดวางติดตั้งต้องเหมาะสมกับลักษณะการติดตั้งพัดลม

- 1.4 พัดลมสำหรับระบบควบคุมควันไฟ เช่น พัดลมอัดความดัน และพัดลมระบายควันจะต้องแข็งแรงโดยประกอบขึ้นด้วย heavy gauge galvanized steel construction มอเตอร์สำหรับพัดลมระบายควันไฟต้องเป็นชนิด Insulation class H, IP 55 มอเตอร์สำหรับพัดลมอัดอากาศต้องเป็นชนิด Insulation class F, IP 55 ส่วนประกอบทางไฟฟ้าทั้งหมดและสายไฟฟ้าของพัดลมระบายควันและพัดลมอัดอากาศจะต้องเป็นแบบกันความร้อนและกันน้ำ สำหรับพัดลมที่ใช้กับระบบระบายควันต้องเป็นชนิดทนความร้อนและใช้งานในอุณหภูมิเกิน 200°C ได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง โดยได้รับการทดสอบและรับรองตามมาตรฐาน UL หรือ EN 12101-3:2002 ทั้งนี้ผู้ผลิตพัดลมจะต้องจัดส่งผลการทดสอบจากสถาบันทดสอบที่เป็นที่ยอมรับ ประกอบการพิจารณาอนุมัติ
 - 1.5 พัดลมที่ใช้กับระบบระบายควันจาก Hood คร่าว ให้ใช้ชนิด Overhung Type
 - 1.6 พัดลมที่ใช้กับบริเวณที่มีการกัดกร่อน หรือบริเวณระบบบำบัดน้ำเสีย ต้องเป็นแบบ Chemical Proof หรือใช้ Vinyl Chloride ชนิดแข็งกับทุกส่วนที่ต้องสัมผัสกับอากาศที่กัดกร่อน หรือใช้สารป้องกันการกัดกร่อนตามมาตรฐานผู้ผลิต เคลือบลงบนทุกส่วนที่ต้องสัมผัสกับอากาศที่กัดกร่อน โดยสารป้องกันจะต้องไม่แตกหรือหลุดภายใต้สภาวะแวดล้อมที่ติดตั้งพัดลม
 - 1.7 ใบพัดของพัดลมต้องได้รับการปรับสมดุลย์ทั้งในขณะหยุดนิ่ง และขณะหมุนมาจากโรงงานผู้ผลิต
 - 1.8 Vibration Isolator เป็นแบบ Spring หรือตามที่ระบุใน Typical Detail
 - 1.9 Gravity Shutter ติดตั้งไว้ที่ด้านลมออก ขณะพัดลมหยุดหมุนสามารถปิดได้สนิทและเป็นแบบ Multiblade Gravity Shutter ทำด้วยอลูมิเนียม ประกอบอยู่ภายในโครงเหล็กแข็งแรง
 - 1.10 ตัวถังและใบพัดลม ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต และชุดใบพัดต้องมีความแข็งแรงไม่บิดเสียรูปเนื่องจากการเร่งความเร็ว และแรงดันอากาศ
 - 1.11 พัดลมที่ต่อกับท่อลมต้องต่อด้วยหน้าแปลน พร้อมทั้งติดตั้ง Flexible Duct Connection ไว้ในตำแหน่งใกล้พัดลมมากที่สุด
 - 1.12 การต่อสายไฟฟ้าเข้าชุดมอเตอร์ให้ใช้ท่อเหล็ก (Steel Pipe) หรือท่อเหล็กอ่อน (Flexible Rod) ในการต่อจากตู้ไฟฟ้าไปยังชุดมอเตอร์ของพัดลม
 - 1.13 ลูกปืนของมอเตอร์และพัดลมต้องเป็นชนิด Heavy Duty มีอายุการใช้งานขั้นต่ำ L_{10} ไม่น้อยกว่า 40,000 ชั่วโมง
 - 1.14 พัดลมทุกตัวต้องมีสวิตช์ตัดตอน Service Switch หรือ Circuit Breaker ไว้ใกล้พัดลมในระยะเวลาที่สามารถตัดทางเดินไฟได้อย่างรวดเร็ว ในกรณีฉุกเฉิน หรือขณะทำการซ่อมบำรุง สำหรับพัดลม Propeller ขนาดเล็กกว่า 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) Ceiling Mount Exhaust Fan ขนาดเล็ก และ Ceiling Circulating Fan ไม่จำเป็นต้องมี Circuit Breaker แต่ให้มีปลั๊กเสียบไว้ใกล้ตัวพัดลม
2. การเสนออุปกรณ์เพื่อขออนุมัติ
- ในการขออนุมัติอุปกรณ์ผู้รับจ้างต้องแนบเอกสารอย่างน้อยดังต่อไปนี้
1. ตารางเปรียบเทียบ project specification กับ specification ที่เสนอ
 2. ตารางเปรียบเทียบสรุปข้อมูลพัดลมที่เสนอกับที่ระบุในตารางอุปกรณ์
 3. Fan performance curves โดยระบุจุดทำงานของพัดลมตามที่กำหนดในตารางอุปกรณ์ จุดทำงานของพัดลมต้องอยู่ในช่วง stable
 4. ระดับเสียง
 5. ข้อมูลความต้องการด้านไฟฟ้า รวมถึงขนาดมอเตอร์ที่ใช้
 - 6.
 7. ข้อมูล Special coating และ Special construction

3. พัดลมแบบ Propeller

- 3.1 ใบพัดลมและโครงทำด้วยเหล็ก อลูมิเนียมหรือพลาสติกทนความร้อน ประกอบและผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมมาจากโรงงานผู้ผลิต ถ้าติดตั้งในบริเวณที่มีลักษณะเป็นสำนักงานที่ต้องการความสวยงามจะต้องเป็นรุ่นที่ออกแบบมาให้มีรูปร่างที่สวยงาม
- 3.2 Gravity Shutter ติดตั้งไว้ที่ด้านลมออก ขณะพัดลมหยุดหมุนสามารถปิดได้สนิท เป็นแบบ Multiblade Gravity Shutter
- 3.3 พัดลมที่ติดตั้งยึดกับผนังอาคาร ต้องมีแผ่นยางรองโดยรอบระหว่างโครงพัดลมกับผนัง ความหนาของยางรองไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร (1/8 นิ้ว)
- 3.4 ใบพัดลมชนิดทำด้วยเหล็กหรืออลูมิเนียม ต้องมี Wire Guard ป้องกันอันตราย ยึดติดกับโครงพัดลมทางด้านดูดอากาศเข้า

4. พัดลมแบบ Ceiling Mount Exhaust

- 4.1 ใบพัดลมเป็นแบบ Centrifugal พร้อมตัวดึงพัดลมทำจากกล่องเหล็กพ่นสีแล้วอบ (Baked on Enamel), หรือพลาสติก หน้าการระบายอากาศทำจากอลูมิเนียมหรือพลาสติกที่ถอดได้ และแลดูสวยงาม รวมทั้ง Gravity Shutter ทางด้านออกของพัดลม
- 4.2 ในกรณีที่พัดลมต่อกับท่อลมจะต้องมีอลูมิเนียม Flexible Duct ช่วงหนึ่ง ยาวอย่างน้อย 600 มิลลิเมตร เพื่อให้สามารถปลดตัวพัดลมจากท่อระบายอากาศได้จากภายใต้ฝ้าเพดาน โดยที่ไม่ต้องทำช่องเปิดบริการด้านข้างตัวพัดลมอีก การยึดท่อ Flexible Duct กับตัวพัดลมและท่อลมใช้ Clamp รัดให้สนิท แล้วใช้เทปพันทับ

ส่วนที่ 4.

ระบบกรองอากาศ Air Filtration System

1. ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งแผงกรองอากาศตามรายละเอียดที่ปรากฏในแบบรายการและตามข้อกำหนดที่จะกล่าวต่อไปนี้
แผงกรองอากาศต้องอยู่ในสภาพดีในขณะทำการติดตั้ง ทดสอบและส่งมอบ แผงกรองอากาศที่ใช้ทดสอบจะต้องเป็นคนละชุดกับที่ใช้ส่งมอบ ผู้รับจ้างต้องจัดหาแผงกรองอากาศสำหรับทดสอบในจำนวนที่เพียงพอ สำหรับชุดที่ส่งมอบ หากตรวจพบภายหลังว่าแผงกรองอากาศอันใดอันหนึ่งรั่วหรือฉีกขาด ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนอันใหม่ที่มีสภาพดีกว่าให้ทันที

2. ประเภทของแผงกรองอากาศ

แผงกรองอากาศแบ่งเป็นชนิดต่าง ๆ ตามการใช้งานดังนี้

2.1 Type “PF-1”

ประเภทของแผงกรองอากาศ	:	Panel Filter
Media	:	Synthetic Fiber ความหนาไม่น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร
Face Velocity	:	ไม่เกิน 2.5 เมตร/วินาที (500 ฟุต/นาที)
Media Velocity	:	ไม่เกิน 1.5 เมตร/วินาที (300 ฟุต/นาที)

	Efficiency	:	ไม่น้อยกว่า 65% Arrestance วัดโดยวิธีของ ASHRAE 52-99 หรือเทียบเท่า
2.2	<u>Type “PF-2”</u>		
	ประเภทของแผงกรองอากาศ	:	Panel Filter หรือ Pleated type
	Media	:	Synthetic Fiber ความหนาไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร
	Face Velocity	:	ไม่เกิน 2.5 เมตร/วินาที (500 ฟุต/นาที)
	Media Velocity	:	ไม่เกิน 1.5 เมตร/วินาที (300 ฟุต/นาที)
	Initial Air Pressure Drop	:	ไม่เกิน 100 ปาสคาล (0.4 นิ้วของน้ำ)
	Final Air Pressure Drop	:	ไม่เกิน 250 ปาสคาล (1.0 นิ้วของน้ำ)
	Efficiency	:	ไม่น้อยกว่า 85% Arrestance วัดโดยวิธีของ ASHRAE 52-99 หรือเทียบเท่า
2.3	<u>Type “PF-3”</u>		
	ประเภทของแผงกรองอากาศ	:	Extended Surface Pleated Type Panel Filter
	Media	:	Glass Fiber ความหนาไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว)
	Face Velocity	:	ไม่เกิน 2.5 เมตร/วินาที (500 ฟุต/นาที)
	Initial Air Pressure Drop	:	ไม่เกิน 80 ปาสคาล (0.32 นิ้วของน้ำ)
	Final Air Pressure Drop	:	ไม่เกิน 255 ปาสคาล (1.02 นิ้วของน้ำ)
	Efficiency	:	ไม่น้อยกว่า 90% Arrestance หรือ 25% Efficiency วัดโดยวิธีของ ASHRAE 52-99 หรือเทียบเท่า
2.4	<u>Type “MF-3”</u>		
	ประเภทของแผงกรองอากาศ	:	Extended Surface Pleated Type Medium Filter
	Media	:	Glass Fiber with Aluminium Separator ความลึกไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว)
	Face Velocity	:	ไม่เกิน 2.0 เมตร/วินาที (400 ฟุต/นาที)
	Initial Air Pressure Drop	:	ไม่เกิน 100 ปาสคาล (0.4 นิ้วของน้ำ)
	Final Air Pressure Drop	:	ไม่เกิน 250 ปาสคาล (1.0 นิ้วของน้ำ)
	Efficiency	:	ไม่น้อยกว่า 80% Efficiency วัดโดยวิธีของ ASHRAE 52-99 หรือเทียบเท่า
2.5	<u>Type “MF-4”</u>		
	ประเภทของแผงกรองอากาศ	:	Extended Surface Pleated Type Medium Filter
	Media	:	Glass Fiber with Aluminium Separator ความลึกไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว)
	Face Velocity	:	ไม่เกิน 2.0 เมตร/วินาที (400 ฟุต/นาที)
	Initial Air Pressure Drop	:	ไม่เกิน 150 ปาสคาล (0.6 นิ้วของน้ำ)
	Final Air Pressure Drop	:	ไม่เกิน 305 ปาสคาล (1.22 นิ้วของน้ำ)
	Efficiency	:	ไม่น้อยกว่า 90% Efficiency วัดโดยวิธีของ ASHRAE 52-99 หรือเทียบเท่า

3. โครงของแผงกรองอากาศ

แผงกรองอากาศที่นำมาประกอบกันเป็น Filter Bank จะต้องใช้โครง (Frame) ของแผงกรองอากาศที่เป็นอุปกรณ์มาตรฐานของแผงกรองอากาศยี่ห้ออื่น ๆ ในกรณีที่แผงกรองอากาศมีจำนวนมาก โครงของแผงกรองอากาศจะต้องมีการเสริมความแข็งแรง (Stiffener) ตามมาตรฐานของผู้ผลิต การเลือกโครงของแผงกรองอากาศจะต้องมีขนาดเหมาะสมกับแผงกรองอากาศชนิดนั้น ๆ และต้องเลือกให้เหมาะสมกับที่ติดตั้งซึ่งรวมไปถึงความยากง่ายของการถอดหรือใส่ ซึ่งจะเป็นแบบ Front Service เมื่อนำแผงกรองอากาศประกอบเข้ากับโครงแล้วจะต้องแนบสนิทไม่มีรอยรั่วของอากาศแต่ประการใด โครงของแผงกรองอากาศจะต้องเป็นแบบ Spring Loaded Type

4. อุปกรณ์ประกอบ

4.1 Inclined Manometer

ใช้เป็น Local Indicator วัดความดันลดของแผงอากาศ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้ง Inclined Manometer ชนิด Linear Scale ให้กับเครื่องส่งลมเย็นขนาดใหญ่ทุกชุดที่มีช่วงสเกล 0-600 ปาสคาล (0-2.4 นิ้วของน้ำ) ตามจำนวนและตำแหน่งที่ระบุในแบบหรือตารางอุปกรณ์

4.2 Differential Pressure Switch

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้ง Differential Pressure Switch ที่มีช่วงสเกล 0-600 ปาสคาล (0-2.4 นิ้วของน้ำ) ตามจำนวน และตำแหน่งที่ระบุในแบบหรือตารางอุปกรณ์เพื่อแสดงสถานะความดันลดของแผงกรองอากาศ สัญญาณแจ้งสถานะการอุดตันของแผงกรองอากาศให้มีออก 2 สัญญาณ สัญญาณหนึ่งเป็นหลอดไฟสีแดงติดตั้งอยู่ในห้องเครื่องนั้น ๆ สัญญาณที่สองเป็น Dry Contact เพื่อแจ้งสถานะให้ระบบควบคุมอัตโนมัติทราบ ตามที่ระบุ

ข้อกำหนดด้าน Physical ของ Differential Pressure Switch

- Operating Range	:	0-600 ปาสคาล (0-2.4 นิ้วของน้ำ)
- Maximum Pressure	:	ไม่เกิน 70 kPa. (24 ฟุตของน้ำ)
- Housing	:	Die Cast Aluminium
- Diaphragm	:	Silicone Rubber
- Switch	:	SPDT.
- Accessories	:	Aluminium or Steel Bracket for Mounting Pressure Switch on Suitable Location

ส่วนที่ 5.

ระบบส่งลมและอุปกรณ์

Air Distribution and Accessories

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ท่อลมโดยทั่วไปประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กชุบสังกะสีที่ผลิตได้ตามมาตรฐาน มอก. 50-2548 ความหนาของแผ่นสังกะสีที่ระบุใช้ตามขนาดเบอร์เกจตาม SMACNA (U.S. Gage) ผู้รับจ้างสามารถเลือกใช้แผ่นสังกะสีตามมาตรฐานอื่นได้แต่ต้องเทียบให้ได้ความหนาไม่ต่ำกว่าที่ระบุในตารางข้างล่างนี้

Gage No.	ความหนาของแผ่นเหล็ก	มวลเฉลี่ยของสังกะสี
	อาบสังกะสี (Nominal Thickness)	ที่เคลือบ
	มิลลิเมตร	กรัมต่อตารางเมตร
16	1.60	275
18	1.30	275
20	1.00	220
22	0.85	220
24	0.70	220
26	0.55	220
28	0.45	220
30	0.40	220

ยกเว้นท่อลมบางประเภทที่ใช้งานแล้วแต่กรณี ให้ใช้วัสดุตามที่ระบุไว้ในรายละเอียดของท่อลมนั้น ๆ ความหนาของแผ่นสังกะสี (U.S. Gage) ที่ใช้ประกอบท่อลมขนาดต่างๆ รวมถึงวิธีการประกอบและการติดตั้งให้เป็นตามที่ระบุไว้ในแบบ และรายละเอียดการติดตั้ง (Typical Detail) และรายละเอียดส่วนใดที่ไม่ได้ระบุไว้ในแบบหรือในรายละเอียดจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ SMACNA และหรือ ASHRAE

- 1.2 วิธีการประกอบท่อลมให้ยึดถือหลักเกณฑ์ ดังนี้
 - ท่อลมจากเครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit), Fan Coil Unit แบบ Double Skin, พัดลมระบายอากาศ ศูนย์กลาง (Central Unit), ท่อลมจากชุดเติมอากาศบริสุทธิ์ (Outdoor Air Unit) ให้ประกอบกันโดยใช้หน้าแปลนมี Seal ยางบริเวณรอบต่อและขันประกอบด้วย Bolt & Nut
 - ท่อลมจาก Fan Coil Unit Single Skin ธรรมชาติ และพัดลมระบายอากาศเฉพาะห้อง (Individual Unit) ให้ประกอบกันโดยวิธี Drive Slip ตามมาตรฐาน SMACNA
- 1.3 ให้ตรวจสอบขนาด และแนวทางการเดินท่อลมให้สอดคล้องกับงานติดตั้งในระบบอื่น ๆ และจะต้องทำการ แก้ไขเมื่อเกิดปัญหาขัดแย้ง โดยใช้วิธี Equal Friction Duct Sizing
- 1.4 ข้อโค้งงอต้องเป็นแบบ Full Radius และมีรัศมีความโค้งของท่อด้านในไม่น้อยกว่า 0.75 เท่าของความกว้าง ท่อลม ถ้าไม่สามารถทำได้เนื่องจากสถานที่ติดตั้งจำกัด ให้ใช้ข้องอหักฉาก (Square Elbow) มี Turning Vane ตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบ ข้อโค้งงอของท่อลมกลม (Round Duct) อาจใช้ Round Flexible Duct ขนาดเดียวกันแทนได้
- 1.5 ท่อลมที่เดินทะลุผ่านพื้นหรือกำแพงต้องมีวงกบ (Duct Sleeve) ทำด้วย Rigid Fiberglass เนื้อแข็งหรือ PU Foam เนื้อแข็งหนาไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) หนาว่างเท่ากับความหนาพื้นหรือกำแพงและอุดช่องว่างด้วยวัสดุทนไฟ พร้อมทั้งมีรอบปิดทั้งสองด้าน
- 1.6 ท่อลมที่ไม่ได้หุ้มฉนวน และปรากฏแก่สายตาต้องทาสีตามรายละเอียดในหมวดการทาสีป้องกันกรรณ ผุกร่อน และรื้อสสี
- 1.7 รอยต่อท่อลมตามแนวขวาง (Transverse Joint) ทั้งหมดจะต้องอุดตลอดแนวด้วยวัสดุทนไฟภายนอก และ/หรือ ภายในท่อลม
- 1.8 สกรู (Screw) สลักเกลียว (Bolt) น็อต (Nut) และหมุดย้ำ (Rivet) ที่ใช้กับงานท่อลมจะต้องทำด้วยวัสดุ ปลอดสนิม หรือชุบด้วยสังกะสีหรือแคดเมียม
- 1.9 ให้ผู้รับจ้างติดตั้ง Flow Measuring Port พร้อม Plug ไว้สำหรับสอด Pitot Tube เพื่อใช้ในการวัด Air Flow Port ดังกล่าว จะต้องติดตั้งอยู่ทุกทางแยกที่สำคัญของท่อลม เช่น ที่ท่อแยกออกจาก Main Plenum หรือที่ท่อ Sub Branch ที่แยกจาก Main Brain ที่ท่อ Main Branch แยกจากท่อ Main System

- 1.10 ระบบท่อลมด้านจ่ายและด้านกลับต้องมีการรั่วของลมไม่เกิน 1% ของอัตราไหลของลมทั้งหมด ที่ความดันคร่อมท่อลม 500 ปาสคาล
- 1.11 การต่อเชื่อมท่อลมตามแนวขวาง (Transverse Joint) ต้องต่อเชื่อมกันด้วยหน้าแปลน และมีปะเก็นป้องกันการรั่ว
- 1.12 การต่อเชื่อมท่อลมตามแนวยาวของท่อลม (Longitudinal Joint) ต้องซีลด้วยวัสดุป้องกันการรั่วซึมตลอดความยาวท่อ

2. Duct Classification

การเลือกระดับชั้นท่อลมจะขึ้นอยู่กับความดันสถิตยที่ใช้งาน ตามมาตรฐาน SMACNA ซึ่งในการใช้งานจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มดังต่อไปนี้

2.1 ท่อลมความดันต่ำ (Low Pressure Duct)

โครงสร้างการประกอบท่อลมความดันต่ำจะใช้งานที่ความดันไม่เกิน 50 mm. (2 inches) น้ำ

2.2 ท่อลมความดันปานกลาง (Medium Pressure Duct)

โครงสร้างการประกอบท่อลมความดันปานกลางจะใช้งานที่ช่วงความดันระหว่าง 50 mm. (2 inches) น้ำถึง 100 มม. (2 นิ้ว ถึง 4 นิ้ว) น้ำ อัตราลมรั่วไม่เกิน 0.28 CMM (10 cfm) ต่อความยาวท่อลม 30 ม. (100 ฟุต) ที่ความดันทดสอบ 100 มม. (4 นิ้ว)

3. ประเภทของท่อลม

ท่อลมแบ่งตามลักษณะการประกอบ และลักษณะการใช้งานได้ 6 ประเภทดังนี้

- ท่อลมชนิดเหลี่ยม (Rectangular Duct)
- ท่อลมชนิดวงกลมและชนิดวงรี (Round and Oval Duct)
- ท่อลมอ่อนชนิดกลม (Flexible Round Duct)
- ท่อลมสำหรับระบายอากาศจาก Hood ของห้องครัว (Kitchen Exhaust Duct)
- ท่อลมสำหรับระบายอากาศจากพื้นที่ที่มีความกัดกร่อน (Corrosion Exhaust Duct)
- ท่อลมพิเศษอื่นๆ ตามที่ระบุในรายละเอียดประกอบแบบนี้ และ/หรือ ในแบบ

รายละเอียดของท่อลมแต่ละประเภทให้เป็นไปตามข้อกำหนดต่อไปนี้

3.1 ท่อลมชนิดเหลี่ยม

- ก. ท่อลมโดยทั่วไปเป็นท่อลมรูปสี่เหลี่ยม ประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กเรียบอบสังกะสี รอยตัดรอยพับที่ทำให้สังกะสีที่อาบไว้แตกหลุดจะต้องทาด้วย Zinc Chromate และสีทากายนอก
- ข. ท่อลมสี่เหลี่ยมที่มีด้านใหญ่สุดเกินกว่า 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) จะต้องทำ Cross-Break และทุกทางแยกของท่อลม (Branch Duct) จะต้องติดตั้ง Splitter Damper หรือ Opposed Blade Volume Damper ณ จุดแยกท่อ

3.2 ท่อลมชนิดกลมและชนิดวงรี

- ก. ท่อลมโดยทั่วไปเป็นท่อลมรูปวงกลมหรือวงรี ประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กเรียบอบสังกะสี รอยตัดรอยพับที่ทำให้สังกะสีที่อาบไว้แตกหลุดจะต้อง ทาด้วย Zinc Chromate และสีทากายนอก
- ข. ท่อลมจะต้องประกอบเป็นท่อลมสำเร็จรูปมาจากโรงงาน (Factory Fabrication)
- ค. ท่อลมกลมหรือท่อกว้างที่เลือกให้มี 2 ประเภทแบ่งตามลักษณะของตะเข็บท่อลมคือ
 - ท่อลมที่มีตะเข็บตามแนวยาว (Longitudinal Seam)
 - ท่อลมที่มีตะเข็บเป็นรูปเกลียว (Spiral Seam)
 การเลือกใช้การประกอบตะเข็บลักษณะใดจะระบุไว้ในแบบ และรายละเอียดส่วนใดที่ไม่ได้ระบุไว้ในแบบหรือรายละเอียดให้ถือว่าเป็นท่อลมที่มีตะเข็บเป็นรูปเกลียว
- ง. รอยต่อระหว่างท่อลมแต่ละท่อนจะต้องให้เรียบร้อย โดยให้แนวตะเข็บของท่อลมดูต่อเนื่องกัน

- จ. รอยต่อท่อลมระหว่างท่อลมอ่อนชนิดกลมกับท่อลมชนิดกลม จะต้องทำการติดตั้งตามที่แสดงใน แบบ รายละเอียด หรือใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อท่อลมที่ผลิตขึ้นสำหรับใช้ต่อท่อลมอ่อนชนิดกลมโดยเฉพาะจากผู้ผลิตท่อลมอ่อนชนิดกลม และติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต

3.3 ท่อลมอ่อนชนิดกลม

- ก. ท่อลมอ่อนชนิดกลมจะต้องประกอบสำเร็จรูปมาจากโรงงาน โดยประกอบขึ้นจากแผ่นอลูมิเนียม พอยล์ชนิดที่ไม่ติดไฟ มีความหนาแผ่นละไม่น้อยกว่า 17 ไมครอน จำนวน 2 แผ่น ประกบติดกันโดยมีโพลีเอสเตอร์ และกาวเป็นตัวประสาน โดยมีความหนารวมไม่น้อยกว่า 68 ไมครอน สำหรับท่อลมที่จ่ายห้อง Exam จะต้องเป็นชนิด Rigid Flexible Duct ผิวด้านในเรียบประกอบขึ้นจาก Aluminum Shot
- ข. ท่อลมชนิดนี้จะต้องสามารถคงรูปอยู่ได้โดยมีโครงลวดสปริงที่เคลือบด้วยสารกันสนิม
- ค. ท่อลมจะต้องสามารถทนความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 750 ปาสคาล (3 นิ้ว) และมีอุณหภูมิใช้งานอยู่ในช่วง 0-120°C (0-240°F)

3.4 ท่อลมสำหรับระบายอากาศจาก Hood ของห้องครัว (Kitchen Exhaust Duct)

- ก. ท่อลมโดยทั่วไปมีรูปร่าง และแนวทางการวางท่อเป็นไปตามแบบและรายละเอียด
- ข. ห้ามไม่ให้เชื่อมต่อท่อลม สำหรับระบายอากาศจาก Hood ของห้องครัวเข้ากับท่อระบายอากาศ อื่น ๆ
- ค. ท่อลมประกอบขึ้นรูปจากแผ่นเหล็กดำมีความหนาอย่างน้อย 2 มิลลิเมตร (0.08 นิ้ว) รอยต่อตะเข็บตามแนวยาว (Longitudinal Seam) ให้ใช้วิธีเชื่อมเท่านั้น สำหรับรอยต่อของท่อลมแต่ละท่อนให้ใช้การต่อแบบหน้าแปลน (Flange Connection) โดยต้องทำการอุดรอยต่อให้ทั่วไม่ให้เกิดการรั่วซึมเข้าหรือออกของอากาศ
- ง. การวางแนวท่อลมประเภทนี้ให้มีความลาดเอียงไม่น้อยกว่า 1:500 และที่จุดต่ำสุดของท่อลม โดยเฉพาะบริเวณปลายด้านล่างของท่อลมแนวดิ่งให้ติดตั้งท่อ Drain ไขมันทิ้ง โดยท่อ Drain ใช้วัสดุท่อเหล็กชุบสังกะสี ขนาดไม่น้อยกว่า 65 มิลลิเมตร (2 1/2" Ø) และให้มี Ball Valve ขนาดเท่ากับท่อติดตั้งอยู่ด้วยเพื่อเปิด-ปิด

3.5 ท่อลมสำหรับระบายอากาศจากพื้นที่ที่มีความกัดกร่อน (Corrosion Exhaust Duct)

- ก. ท่อลมโดยทั่วไปประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กเรียบอบสังกะสี รอยตัดรอยพับที่ทำให้สังกะสีที่อบไว้แตกหลุด จะต้องทาห้ด้วย Zinc Chromate และสีทาภายนอก
- ข. ท่อลมสามารถประกอบขึ้นรูปที่หน่วยงานก่อสร้าง (On Site Fabrication) หรือสามารถประกอบ สำเร็จรูปมาจากโรงงาน (Factory Fabrication)
- ค. ถ้าท่อลมที่ใช้เป็นท่อลมกลม หรือท่อวงรีสามารถเลือกท่อลมกลมที่ใช้ได้ 2 ประเภท โดยแบ่ง ตามลักษณะของตะเข็บท่อลมคือ
- ท่อลมที่มีตะเข็บตามแนวยาว (Longitudinal Seam)
 - ท่อลมที่มีตะเข็บเป็นรูปขดเกลียว (Spiral Seam)
- การเลือกใช้การประกอบตะเข็บลักษณะใดจะระบุไว้ในแบบ และรายละเอียดส่วนใดที่ไม่ได้ระบุไว้ในแบบ หรือรายละเอียดให้ถือว่าเป็นท่อลมที่มีตะเข็บเป็นรูปขดเกลียว
- ง. ท่อลมที่จัดเข้าอยู่ในประเภทนี้ให้พ่นด้วยสีตามที่ระบุไว้ในหมวดที่ 6 ด้วย "ผิววัสดุที่อยู่ใน บริเวณที่มีฝุ่น กร่อนสูง" โดยให้พ่นทั้งผิวด้านนอก และผิวด้านใน
- จ. ท่อลมของพื้นที่ที่มีไอน้ำหรือความชื้นให้ใช้ท่อสเตนเลส

4. ฉนวนหุ้มท่อลม (Duct Insulation)

ข้อกำหนดในส่วนนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของวัสดุที่ใช้ทำเป็นฉนวน และรายละเอียดของการติดตั้งฉนวนเข้ากับท่อลมดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.1 วัสดุของฉนวนหุ้มท่อลม

- ก. ฉนวนใยแก้วสำหรับหุ้มภายนอกท่อลมเย็นทั่วไป ให้มีคุณสมบัติดังนี้
- ความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)
 - ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 32 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (2.0 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต)
 - ไม่ติดไฟ
 - มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน $0.038 \text{ W/m}^\circ\text{K}$ ($0.27 \text{ Btu.in/ft}^2.\text{h.}^\circ\text{F}$) ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 32°C (90°F)
 - ฉนวนใยแก้วจะต้องยึดติดอยู่กับ Aluminium Foil โดยใช้กาวชนิดไม่ติดไฟ (เมื่อแห้ง) Aluminium Foil จะต้องประกอบด้วย แผ่นพอยล์ด้านนอก, กระดาษดริฟ, เส้นใย ไฟเบอร์กลาสเสริมแรง (mesh reinforcement) และแผ่นพอยล์ด้านใน ส่วนประกอบทั้งหมดจะยึดติดกันโดย Adhesive ตามกรรมวิธีของแต่ละการผลิต อลูมิเนียมพอยล์ที่ผลิตเสร็จ จะต้อง มี คุณสมบัติเทียบเท่าได้ไม่ต่ำกว่า ACI Sisalation 431 หรือ Flame Stop 524
- ข. ฉนวนใยแก้วสำหรับหุ้มท่อลมอ่อนชนิดกลม ให้มีคุณสมบัติดังนี้
- ความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)
 - ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 16 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (1.0 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต)
 - ไม่ติดไฟ
 - มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน $0.038 \text{ W/m}^\circ\text{K}$ ($0.27 \text{ Btu.in/ft}^2.\text{h.}^\circ\text{F}$) ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 32°C (90°F)
 - ฉนวนใยแก้วจะต้องยึดติดอยู่กับ Aluminium Foil โดยใช้กาวชนิดไม่ติดไฟ (เมื่อแห้ง) Aluminium Foil จะต้องประกอบด้วย แผ่นพอยล์ด้านนอก, เส้นใยไฟเบอร์กลาสเสริมแรง และแผ่นฟิล์มโพลีเอสเตอร์ ส่วนประกอบทั้งหมดจะยึดติดกันโดยขึ้นกับแต่ละกรรมวิธีการผลิต อลูมิเนียมพอยล์ที่ผลิตเสร็จ จะต้อง มีคุณสมบัติเทียบเท่าได้ไม่ต่ำกว่า Lamotite 8811
- ค. ฉนวนยางสังเคราะห์ที่มีเซลล์ปิด (Closed Cell Elastomeric Insulation) ให้มีคุณสมบัติดังนี้
- ความหนาไม่น้อยกว่า 9 หรือ 12 หรือ 25 มิลลิเมตร (3/8 หรือ 1/2 หรือ 1 นิ้ว) ตามที่ระบุในแบบ
 - ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 48 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (3 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต)
 - ไม่ลามไฟ
 - มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน $0.038 \text{ W/m}^\circ\text{K}$ ($0.27 \text{ Btu.in/ft}^2.\text{h.}^\circ\text{F}$) ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 32°C (90°F)
 - ฉนวนยางสังเคราะห์ประเภทนี้สามารถหุ้มได้ทั้งภายนอก และภายในท่อตามที่ระบุใน แบบ
- ง. ฉนวนหุ้มท่อระบายควันจากครัวให้มีคุณสมบัติดังนี้
- ทางเลือกที่ 1
- เป็นแผ่นใยแก้วชนิด Hi-Temperature ที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 75 มิลลิเมตร (3 นิ้ว)
 - ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 32 kg/m^3 (2 lb/ft^3)
 - ไม่ติดไฟ
 - ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน $0.080 \text{ W/m}^\circ\text{K}$ ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 200°C ($0.55 \text{ Btu.in/ft}^2.\text{h.}^\circ\text{F}$ ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 390°F)
 - ฉนวนใยแก้วจะต้องยึดติดกับ Aluminium Foil โดยใช้กาวชนิดไม่ติดไฟ (เมื่อแห้ง) Aluminium Foil จะต้องประกอบด้วย แผ่นพอยล์ด้านนอก, กระดาษดริฟ, เส้นใย ไฟเบอร์กลาสเสริมแรง และ

แผ่นพอยล์ด้านใน ส่วนประกอบทั้งหมดจะยึดติดกันโดย Adhesive ตามกรรมวิธีของแต่ละการผลิต อลูมิเนียมพอยล์ที่ผลิตเสร็จจะต้องมี คุณสมบัติเทียบเท่าไม่ต่ำกว่า ACI Sisalation 431 หรือ Flame stop 524

ทางเลือกที่ 2

- เป็นแผ่น Calcium Silicate ที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 40 มิลลิเมตร (1 1/2 นิ้ว)
- ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 200 kg/m³ (12.5 lb/ft³)
- ไม่ติดไฟ
- ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.070 W/m²·K (10.48 Btu.in/ft²·°F.hr)
- แผ่น Calcium Silicate จะต้องยึดติดกับ Aluminium Foil โดยใช้กาวชนิดไม่ติดไฟ (เมื่อแห้ง) Aluminium Foil จะต้องประกอบด้วย แผ่นพอยล์ด้านนอก, กระดาษดริฟ, เส้นใยไฟเบอร์กลาส เสริมแรง และแผ่นพอยล์ด้านใน ส่วนประกอบทั้งหมดจะยึดติดกันโดย Adhesive ตามกรรมวิธีของแต่ละการผลิต อลูมิเนียมพอยล์ที่ผลิตเสร็จจะต้องมีคุณสมบัติเทียบเท่าไม่ต่ำกว่า ACI Sisalation 431 หรือ Flame stop 524

4.2 การติดตั้งฉนวนหุ้มท่อลม

ท่อลมเย็นที่ต้องการการหุ้มฉนวนเดินในฝ้าเพดานให้หุ้มด้วยฉนวนใยแก้ว แต่ถ้าเดินลอยในบริเวณที่ไม่มีฝ้าเพดานให้หุ้มด้วยฉนวนยางตามวิธีข้างล่าง

- ก. ท่อส่งลมเย็นทั้งหมดให้หุ้มด้วยฉนวนตามวิธีการติดตั้งแบบต่าง ๆ ดังนี้
- ในกรณีที่ใช้ช่องฝ้าเพดานเป็นทางลมกลับ ท่อส่งลมเย็นให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนยางหนา 12 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) หรือฉนวนใยแก้วหนา 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)
 - ในกรณีที่ไม่ใช้ช่องฝ้าเพดานเป็นทางลมกลับ ท่อส่งลมเย็นให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนยางหนา 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) หรือฉนวนใยแก้วหนา 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)
 - ในกรณีท่อส่งลมเย็นอยู่ในห้องที่ปรับอากาศ ท่อส่งลมเย็นให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนยางหนา 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว)
 - ในกรณีท่อส่งลมเย็นอยู่ในห้องที่ไม่ปรับอากาศ ท่อส่งลมเย็นให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนยางหนา 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) หรือฉนวนใยแก้วหนา 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)
 - ในกรณีท่อส่งลมเย็นอยู่ภายนอกอาคาร หรือบริเวณที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง ท่อส่งลมเย็นให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนยางหนา 75 มิลลิเมตร (3.0 นิ้ว)
- ข. ท่อนำลมกลับทั้งหมดให้หุ้มด้วยฉนวนตามวิธีการติดตั้งแบบต่าง ๆ ดังนี้
- ในกรณีที่ใช้ช่องฝ้าเพดานเป็นทางลมกลับ ไม่ต้องหุ้มฉนวน
 - ในกรณีที่ไม่ใช้ช่องฝ้าเพดานเป็นทางลมกลับ ท่อนำลมกลับให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนยางหนา 12 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) หรือฉนวนใยแก้วหนา 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)
 - ในกรณีท่อนำลมกลับอยู่ในห้องที่ปรับอากาศ ไม่ต้องหุ้มฉนวน
 - ในกรณีท่อนำลมกลับอยู่ในห้องที่ไม่ปรับอากาศ ท่อนำลมกลับให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนยางหนา 12 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) หรือฉนวนใยแก้วหนา 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)
 - ในกรณีท่อนำลมกลับอยู่ภายนอกอาคาร หรือบริเวณที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง ท่อนำลมกลับให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนยางหนา 50 มิลลิเมตร (2.0 นิ้ว)
- ค. ท่อสำหรับอากาศบริสุทธิ์ ให้หุ้มด้วยฉนวนตามวิธีการติดตั้งแบบต่างๆ ดังนี้
- ท่อลมอากาศบริสุทธิ์ที่ไม่มีการปรับสภาพอุณหภูมิให้ต่ำลงไม่ต้องหุ้มฉนวน

- ท่อลมอากาศบริสุทธิ์ที่มีการปรับสภาพอุณหภูมิให้ต่ำลง(Pre-Cooled)ให้หุ้มฉนวนตามวิธีการในข้อ ก.
 - ง. ท่อลมสำหรับระบบระบายอากาศ ให้หุ้มด้วยฉนวนตามวิธีการติดตั้งแบบต่างๆ ดังนี้
 - ท่อลมสำหรับระบายอากาศทั่วไปไม่ต้องหุ้มฉนวน
 - ในกรณีที่ใช้ช่องผ้าเพดานเป็นทางลมกลับ ท่อลมระบายอากาศที่นำลมจากห้องที่ปรับอากาศไม่ต้องหุ้มฉนวน
 - ในกรณีที่ไม่ใช่ช่องผ้าเพดานเป็นทางลมกลับ ท่อลมระบายอากาศที่นำลมจากห้องที่ปรับอากาศให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนยางหนา 12 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) หรือฉนวนใยแก้วหนา 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)
 - จ. ท่อลมสำหรับระบายอากาศจาก Hood ของห้องครัวให้หุ้มฉนวนตลอดเส้น
 - ฉ. ก่อนที่จะหุ้มฉนวนเข้ากับท่อลม บริเวณพื้นที่ที่ท่อนั้นๆ ต้องทำความสะอาดและทิ้งไว้ให้แห้ง เสียก่อน พื้นผิวภายนอกท่อลมทั้งหมด (ยกเว้นท่อ Flexible Duct) จะต้องทาด้วยกาวชนิดไม่ติด ไฟให้ทั่วเสียก่อน จึงจะทำการหุ้มฉนวนได้
- ถ้าใช้ฉนวนใยแก้ว ตรงรอยต่อของฉนวนใยแก้วจะต้องคาดทับด้วยเทปอะคริลิกเหนียวชนิดมีกาวในตัว (Acrylic Tape) ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) อีกชั้นหนึ่ง
- ถ้าใช้ฉนวนใยแก้ว ท่อลมที่มีขนาด 475 มิลลิเมตร (19 นิ้ว) และใหญ่กว่าเฉพาะด้านใต้ท้อง ท่อลม และด้านข้างท่อลมทั้ง 2 ด้าน ให้ใช้ตะปูพร้อมแหวน (Mechanical Pins and Self-Locking Washers) ยึดติดด้วย Rapid-Setting Synthetic Elastomer Adhesives เป็นตารางหมากรุกห่างกันทุก ๆ ระยะไม่เกิน 450 มิลลิเมตร (18 นิ้ว) เพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนท่อลมตกแอ่นลง ดูรายละเอียดการติดตั้งใน Typical Details รายละเอียดการติดตั้ง (Mechanical Pins) สำหรับฉนวนใยแก้ว
- | ขนาดท่อลมกว้างหรือสูง | จำนวนแถว Mechanical Pins |
|---|--|
| - ท่อลมขนาด 450 มิลลิเมตร (18 นิ้ว) และเล็กกว่า | ไม่ต้องใช้ Mechanical Pins |
| - ท่อลมขนาด 475 มิลลิเมตร (19 นิ้ว) ถึง 900 มิลลิเมตร (36 นิ้ว) | ใช้ Mechanical Pins 1 แถว ตามความยาวของท่อลม |
| - ท่อลมขนาด 925 มิลลิเมตร (31 นิ้ว) ถึง 1,350 มิลลิเมตร (54 นิ้ว) | ใช้ Mechanical Pins 2 แถว ตามความยาวของท่อลม |
| - ท่อลมขนาด 1,375 มิลลิเมตร (55 นิ้ว) ถึง 1,800 มิลลิเมตร (72 นิ้ว) | ใช้ Mechanical Pins 3 แถว ตามความยาวของท่อลม |
| - ท่อลมขนาด 1,825 มิลลิเมตร (73 นิ้ว) ถึง 2,250 มิลลิเมตร (90 นิ้ว) | ใช้ Mechanical Pins 4 แถว ตามความยาวของท่อลม |
| - ท่อลมขนาด 2,275 มิลลิเมตร (91 นิ้ว) ถึง 2,700 มิลลิเมตร (108 นิ้ว) | ใช้ Mechanical Pins 5 แถว ตามความยาวของท่อลม |
| - ท่อลมขนาด 2,725 มิลลิเมตร (109 นิ้ว) ถึง 3,150 มิลลิเมตร (126 นิ้ว) | ใช้ Mechanical Pins 6 แถว ตามความยาวของท่อลม |
| - ท่อลมขนาด 3,175 มิลลิเมตร (127 นิ้ว) และใหญ่กว่า | จัดระยะห่างไม่เกิน 450 มิลลิเมตร (18 นิ้ว) |
- ข. Aluminium Foil ของฉนวนท่อลมที่มีรอยฉีกหรือฉีกขาด จะต้องปิดซ่อมด้วย Acrylic Tape ให้เรียบร้อย โดยทำบริเวณที่ฉีกขาดให้เรียบ สะอาดและแห้งสนิทเสียก่อนจึงปิดทับด้วย Acrylic Aluminium Tape ได้

- ข. ทุกจุดที่แขวนรองรับท่อลมเพื่อป้องกันไม่ให้จำนวนที่หุ้มท่อลมได้รับความเสียหาย หรือถูกกด แบนจากการแขวน จะต้องรองรับด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสีหนา 1.1 มิลลิเมตร (0.04 นิ้ว) หรือสังกะสีเบอร์ 20 โดยพับยกขอบสองด้านขึ้นและสองด้านล่าง ด้านบนพับขึ้นสูง 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) ส่วนด้านล่างพับลงมา 50 มิลลิเมตร และต้องตัดปลายมุมสังกะสีให้หมดคมแหลม ความกว้างของแผ่นที่รองรับจำนวนที่หุ้มท่อลมเมื่อพับเรียบร้อยแล้ว จะต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) ดูรายละเอียดใน Typical Detail
- ฅ. การติดตั้งท่อลมที่มีการกันไฟ อุปกรณ์แขวนท่อต้องติดตั้งที่ระยะไม่เกิน 1,500 mm. ขนาดของท่อเหล็กรองรับท่อและเหล็กแขวนท่อ ต้องคำนวณโดยพิจารณาค่ารับแรงดึงที่ลดลงของเหล็ก ที่ลดลงจาก 430 N/mm² ในเวลา 2 ชั่วโมง ทั้งนี้รายการอุปกรณ์แขวนท่อให้จัดส่งให้วิศวกรพิจารณาอนุมัติ
- ฉ. ประเก็น (Gasket) และวัสดุอุดรอยรั่ว (Sealant) ต้องเป็นวัสดุชนิดไม่ติดไฟ (non-combustible) และติดตั้งตามมาตรฐานผู้ผลิต
- ค. ช่องเปิดบริการของท่อลมและรูสำหรับทดสอบท่อลม ควรจัดอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมและสอดคล้องกับตำแหน่งช่องเปิดของฝ้าเพดาน

5. อุปกรณ์เหล็กยึดและเหล็กแขวนท่อลม (Duct Support and Hanger)

- 5.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาแรงงาน, วัสดุและอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการทำ และติดตั้งอุปกรณ์เหล็กยึดและ แขวนท่อลม
- 5.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบ Shop Drawing ของอุปกรณ์เหล็กยึด และเหล็กแขวนท่อลมเพื่อส่งขออนุมัติก่อน ดำเนินการ
- 5.3 ชนิด รูปร่าง วิธีการยึดและช่วงระยะระหว่างอุปกรณ์เหล็กยึด และเหล็กแขวนท่อลมแสดงไว้ในแบบและ รายการ
- 5.4 การแขวนยึดท่อ ต้องคำนึงถึงลักษณะการใช้งาน สถานที่ติดตั้ง และน้ำหนักของท่อ รวมทั้งอุปกรณ์ที่ ติดตั้งบนท่อเป็นหลักในการพิจารณาเลือกชนิด และขนาดของอุปกรณ์เหล็กยึด และเหล็กแขวน การยึดกับคอนกรีตเสริมเหล็กให้ใช้ Expansion Bolt ห้ามใช้ป๊อปปิงยึด (Power Actuated Pin)
- 5.5 อุปกรณ์เหล็กยึดและเหล็กแขวนท่อลม จะต้องสามารถปรับระดับให้สูงขึ้นหรือต่ำลงได้ การทำเกลียวต้อง ยาวพอให้ปรับระดับ โดยมีเกลียวเหลือจากการขันน็อตปรับระดับแล้วไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) และไม่ยาวเกินกว่าระดับต่ำสุดของ Support
- 5.6 อุปกรณ์เหล็กยึด และเหล็กแขวนท่อลมสามารถยึดกับโครงเหล็กหรือคอนกรีตได้อย่างมั่นคง โดยท่อลม สามารถยึดและหัดตัวได้อย่างปลอดภัย
- 5.7 ท่อในแนวนอนหักงอขึ้นแนวตั้งต้องมี Support รับน้ำหนักท่อใกล้ข้ออรับท่อในแนวนอนและแนวตั้ง
- 5.8 ห้ามใช้ Sleeve เป็นตัวรองรับน้ำหนักโดยเด็ดขาด
- 5.9 อุปกรณ์เหล็กยึด และเหล็กแขวนท่อลม จะต้องประกอบและทาสีมาจากโรงงาน
- 5.10 อุปกรณ์เหล็กยึด และเหล็กแขวนท่อลมที่ติดตั้งภายในอาคาร แต่ติดตั้งอยู่ในบริเวณที่ชื้น และถูกกัดกร่อน ได้ง่าย (เช่น ห้องแบตเตอรี่, ห้องเครื่องกำเนิดไอน้ำ, ห้องเครื่องปรับอากาศ, ห้องครัวและห้องซักritz เป็นต้น) จะต้องทาด้วย Epoxy Red Lead Primer 2 ชั้น และทาทับด้วยสี Epoxy Black Finishing Paint อีก 1 ชั้น
- 5.11 อุปกรณ์เหล็กยึด และเหล็กแขวนท่อลม ซึ่งติดตั้งภายในอาคาร ตามบริเวณทั่ว ๆ ไป ที่ไม่มีความชื้นและ กัดกร่อน จะต้องทาสีด้วย Red Lead Primer 2 ชั้น และทาทับด้วยสี Alkyd Grey Finishing Paint อีก 1 ชั้น น็อต สกรู และแหวนสปริง จะต้องเป็น Cadmium Plate Steel
- 5.12 หลังจากการติดตั้งระบบท่อลมทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว ต้องทำการตรวจสอบและปรับระดับให้ท่ออยู่ในระดับ ที่ถูกต้อง

6. ช่องเปิดบริการ (Access Door)

- 6.1 จะต้องมช่องเปิดบริการ (Access Door) ติดตั้งที่ด้านข้างหรือด้านใต้ท่อลม ขนาดอย่างน้อย 600 มิลลิเมตร x 600 มิลลิเมตร (24 นิ้ว x 24 นิ้ว) ตำแหน่งติดตั้งตามความเหมาะสมสำหรับใช้เปิดบริการ Fire Damper ทุกชุด, VAV Box,

Motorized Damper, Smoke Damper, Splitter Damper และ Volume Damper ที่มีขนาดใบโตกว่า 0.1 ตารางเมตร (150 ตารางนิ้ว) ทุกชุด Access Door จะต้องเป็นแบบบานพับ (Hinge) มี Sash Lock อย่างน้อยสองตัว มีขอบเป็นรูปหน้าแปลนและมีปะเก็น Neoprene ติดที่ขอบโดยรอบกันอากาศรั่วและ Access Door ที่ติดตั้งบนท่อลมที่มีฉนวนหุ้มต้องทำเป็น 2 ชั้น ระหว่างชั้นบุด้วยฉนวนกันความร้อนชนิดเดียวกับที่ใช้หุ้มท่อลม

- 6.2 เนื่องจากในแบบไม่ได้ระบุช่องเปิดบริการไว้ ดังนั้นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้กำหนดขนาดและตำแหน่งของช่องเปิดบนผ้าเพื่อการตรวจซ่อมและบริการท่อลม ท่อน้ำ เครื่อง และอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามที่ระบุในข้อ 6.1 เสนอขออนุมัติต่อสถาปนิกก่อนการทำผ้า ค่าใช้จ่ายในการทำช่องเปิดให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

7. Flexible Collars

ข้อต่ออ่อนที่ใช้ภายนอกอาคารจะต้องเคลือบด้วย Neoprene ให้สามารถกันน้ำได้ ความยาวของช่วงข้อต่ออ่อน ประมาณ 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) ในกรณีที่ระบุให้ใช้ท่อลมกลมอ่อน (Flexible Round Duct) สำหรับต่อเข้าหัวจ่ายลม ความยาวของท่อลมกลมอ่อนที่ใช้ต่อจะต้องมีความยาวไม่เกิน 3.0 เมตร (10 ฟุต)

8. Damper

8.1 Splitter Damper

Splitter Damper จะต้องทำขึ้นโดยมีรายละเอียดดังแสดงในแบบ ตัวใบทำด้วยแผ่นสังกะสี ขนาดความหนา ตามเบอร์เกจของท่อลมช่วงนั้น ความยาวของตัวใบ 1.25 เท่าของท่อลมที่แยกออกมา ก้านเป็นทองเหลืองหรือเหล็กชุบสังกะสี (Push Rod) สำหรับปรับตำแหน่งใบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว)

8.2 Volume Damper

Volume Damper เป็นแบบใบเดี่ยว (Single Blade) หรือหลายใบ (Multiple Blade) โดยใบปรับแต่ละใบ ของ Multiple Blade จะต้องมีความกว้างไม่เกิน 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ความยาวใบเต็มตามความกว้างของท่อลมแต่ไม่เกิน 1,000 มิลลิเมตร (40 นิ้ว) ส่วนใบปรับใบเดี่ยวกว้างได้ถึง 350 มิลลิเมตร (14 นิ้ว) ลักษณะใบเป็นแบบ Balance Type ตัวใบประกอบขึ้นจากแผ่นสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มิลลิเมตร (Gauge No. 16) ขอบใบพับรอย (Hemmed) เป็นแบบ Interlocking edge แกนปรับใบ (Damper Rod) จะต้องมียึดด้านหนึ่งเป็นหัวจตุรัสยึดทะลุตัวถังตลอดผ่าน Bearing Plate ชนิดที่เป็น Lever Type Locking Device แกนใบจะต้องมี Nylon Bushing หรือ Bronze Bearing Sleeve รองรับ, Damper ชนิดที่มีหลายใบจะต้องจัดใบเป็นแบบ Opposed Blade ชนิด Gang Operated

8.3 Fire Damper

Fire Damper หรือลิ้นกันไฟ จะต้องทำขึ้นโดยมีรายละเอียดดังแสดงในแบบ ลิ้นกันไฟจะต้องติดตั้งในแนวกำแพงกันไฟทุกจุดหรือตามที่ปรากฏในแบบ ไม่ว่าจะมิระบุแสดงตำแหน่งไว้ในแบบหรือไม่ก็ตาม ตัวเรือนและใบของลิ้นกันไฟจะต้องทำด้วยแผ่นเหล็กชุบสังกะสีทั้งโครงสร้าง สำหรับผนังทึบไฟน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง ความสามารถในการทนไฟจะต้องไม่น้อยกว่า 1 1/2 ชั่วโมง และสำหรับผนังทึบไฟมากกว่า 2 ชั่วโมง ความสามารถในการทนไฟจะต้องไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง และจะต้องได้รับการรับรองจากสถาบันที่มีชื่อเสียง เช่น UL เป็นต้น Fusible Link ของ Fire Damper เป็นชนิดหลอมหรือโลหะหลอมละลายที่มีจุดหลอมละลายสูงกว่าอุณหภูมิขณะใช้งาน 28 องศาเซลเซียส แต่ต้องไม่ต่ำกว่า 71 องศาเซลเซียส Fire Damper ที่เป็นชนิดมู่ลี่จะต้องเลือกใช้รุ่นที่เมื่อเก็บมู่ลี่แล้วจะต้องไม่มีมู่ลี่เข้ามาอยู่ในกระแสอากาศ (Out of Air Stream) เสมอที่เพดานทุกจุด ที่มีลิ้นกันไฟติดตั้งอยู่จะต้องมีช่องบริการขนาดไม่น้อยกว่า 0.60 x 0.60 ตารางเมตร ติดตั้งไว้ใกล้ๆ เสมอ เพื่อสามารถขึ้นดูแลรักษาได้ และที่ท่อลมจะต้องมีช่องเปิดชนิด Air Tight เพื่อเข้าเปลี่ยน Fusible Link ได้

8.4 Low Leakage Volume Damper

Low Leakage Volume Damper จะต้องมีโครงสร้างเช่นเดียวกับ Volume Damper และได้รับการทดสอบการรั่วซึม ในขณะที่ปิด โดยจะต้องรั่วไม่เกินค่าต่อไปนี้

<u>MAX. Leakage</u>	<u>AT 250 Pa</u>	<u>AT 500 Pa</u>
<u>L/s m²</u>	23	30

ทั้งนี้การทดสอบต้องเป็นไปตามมาตรฐาน AMCA 500

8.5 Smoke Damper

Smoke Damper ซึ่งใช้กับระบบระบายควัน (Smoke Exhaust System) จะต้องมีโครงสร้างเช่นเดียวกับ Volume Damper และได้รับเครื่องหมายรับรองจากสถาบัน UL ตามมาตรฐาน UL 555S Leakage Class I

ส่วนที่ 6.

หน้ากากลม

Diffusers and Grilles

1. ความต้องการทั่วไป

หน้ากากลมจะมีขนาดและรูปร่างตามที่กำหนดไว้ในแบบ หน้ากากลมที่ติดตั้งภายในอาคารทั้งหมดต้องมีฟองน้ำหรือยางรองรอบด้านหลังปีกเพื่อป้องกันลมรั่ว การติดตั้งต้องแนบสนิทกับผนังหรือฝ้าเพดาน และหากไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น หน้ากากลมต้องมีสีขาว ส่วนหน้ากากที่ติดตั้งภายนอกอาคาร ให้ทาสีขาวหรือ สีอื่นที่ผู้ควบคุมงานกำหนดในภายหลัง หัวจ่ายลมที่อยู่ในพื้นที่เดียวกัน ให้มีขนาดเท่ากัน และให้ใช้หัวจ่ายที่มีขนาดใหญ่ที่สุดเป็นเกณฑ์

2. Ceiling Diffuser (CD)

หัวจ่ายลมแบบ Ceiling Diffuser เป็นแบบจ่ายลมได้ตั้งแต่ 1 ถึง 4 ทิศทางตามที่ระบุในแบบทำด้วย Extruded Aluminum, Removable Cores ติดตั้งแนบฝ้าเพดานแบบ Flush Mount หรือถ้าขอบหน้ากากเป็นแบบยกขอบสูง ให้ติดตั้งเป็น Surface Mount มี Opposed Blade Volume Damper ทุกหัวจ่ายและมีก้านปรับปริมาณลม สามารถปรับแต่งได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก

3. Supply Air Grille/Supply Air Register (SAG/SAR)

หน้ากากลมแบบ Supply Air Grille ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบปรับทิศทางการจ่ายลมได้ทั้งในแนวตั้งและ แนวนอน (Double Deflection) โดยใบปรับวางซ้อนกันและสามารถปรับทิศทางของแต่ละใบได้โดยอิสระ ใบปรับ ด้านหน้าติดตั้งในแนวตั้ง ส่วนด้านหลังติดในแนวนอน หน้ากากลมแบบ Supply Air Register ลักษณะเหมือนกับ Supply Air Grille พร้อมทั้งมี Opposed Blade Volume Damper ติดตั้งด้านหลังหน้ากาก สามารถปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก

4. Linear Slot Diffuser/Linear Slot Return (LSD/LSR)

หัวจ่ายลมแบบ Linear Slot Diffuser และ Linear Slot Return ทำด้วย Extruded Aluminum มีช่องจ่ายลมช่องเดียวหรือหลายช่องพร้อมกล่องลมที่มีฉนวนภายนอกและภายในเป็นฉนวนยางที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 12 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) และ 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว) ตามลำดับ ตามที่ระบุในแบบ ช่องจ่ายลมแต่ละช่องขนาดไม่เกิน 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว), Supply Air Slot จะต้องเป็นชนิดที่มีใบปรับทิศทางลมเสียดฝ้าเพดานได้

5. Return Air Grille/Return Air Register (RAG/RAR)
 หน้ากากลมกลับแบบ Return Air Grille ทำด้วย Extruded Aluminium มีใบยึดติดแน่นกับหน้ากากในแนวนอนทำมุมประมาณ 45 องศา หน้ากากลมกลับแบบ Return Air Register ลักษณะเหมือนกับ Return Air Grille พร้อมทั้งมี Opposed Blade Volume Damper ติดตั้งด้านหลังหน้ากาก สามารถปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากาก
6. Transfer Air Grille (TAG)
 หน้ากากลมกลับแบบ Transfer ทำด้วย Extruded Aluminium มีใบยึดแน่นกับหน้ากากในแนวนอน ทำมุมประมาณ 45 องศา ถ้าติดตั้งบนผนังต้องมีหน้ากากติดทั้งสองด้านของผนัง
7. Fresh Air Grille/Fresh Air Register (FAG/FAR)
 หน้ากากลมบริสุทธิ์แบบ Fresh Air Grille ทำด้วย Extruded Aluminium มีใบยึดติดแน่นกับหน้ากากในแนวนอน ทำมุมประมาณ 45 องศา หน้ากากลมบริสุทธิ์แบบ Fresh Air Register มีลักษณะเหมือนกับหน้ากาก Fresh Air Grille พร้อมทั้งมี Opposed Blade Volume Damper และตาข่ายกันแมลง ติดตั้งด้านหลังหน้ากากสามารถปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก Duct Transition ที่ต่อเข้ากับ FAG/FAR ที่รับลมจากภายนอกอาคารโดยตรง (บางครั้งอาจจะเรียก FAG – Fresh Air Louver) จะต้องเป็นแบบกันฝน และจะต้องพับขึ้นรูปโดยทำ Slope เทลงเข้าหา FAG/FAR เสมอ เพื่อป้องกันน้ำไหลเข้าท่อลม ทั้งนี้ FAG/FAR ต้องมี Filter ชนิด PF-1 ด้วยเสมอไม่ว่าจะกำหนดไว้ในแบบหรือไม่ก็ตาม
8. Exhaust Air Grille/Exhaust Air Register (EAG/EAR)
 หน้ากากลมระบายอากาศแบบ Exhaust Air Grille ทำด้วย Extruded Aluminium มีใบยึดแน่นกับหน้ากากในแนวนอน ทำมุมประมาณ 45 องศา หน้ากากลมระบายอากาศแบบ Exhaust Air Register มีลักษณะเหมือนกับหน้ากาก Exhaust Air Grille พร้อมทั้งมี Opposed Blade Volume Damper ติดตั้งด้านหลังหน้ากาก สามารถปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก โดยเฉพาะ EAG/EAR (บางครั้งอาจจะเรียก EAL – Exhaust Air Louver) ที่ปล่อยลมออกนอกอาคารโดยตรงจะต้องเป็นแบบกันฝน และจะต้องพับ Duct Transition ให้มี Slope เทลงเข้าหา EAG/EAR เสมอ เพื่อป้องกันน้ำไหลเข้าท่อลม

ส่วนที่ 7.

อุปกรณ์ดูดซับเสียง

SOUND ATTENUATOR

1. ความต้องการทั่วไป
 ผู้รับจ้างต้องจัดหา และติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันเสียงสะท้อน และลดเสียงดังภายในท่อลม อันเนื่องมาจากพัดลมที่อยู่ภายในเครื่องเป่าลมเย็น ซึ่งจะถ่ายทอดไปสู่ภายในห้องที่ปรับอากาศได้ ระดับของเสียงภายในห้องต้องไม่เกิน NC35 หรือกำหนดระดับของเสียงไว้ในแบบและรายการ
 วัสดุดูดซับเสียงทั้งหมดที่ใช้ประกอบกับอุปกรณ์ลดเสียงจะต้องใช้ชนิด Elastomeric เซลลิ่งปิด ประกอบกับอุปกรณ์ลดเสียงอย่างสนิทพร้อมทั้งมี Perforated Steel sheet หุ้มทับอีกชั้น เพื่อป้องกันการหลุดร่อนและแพร่กระจายของวัสดุ

2. ชนิดของอุปกรณ์ลดเสียง (Type of Equipment)

2.1 อุปกรณ์ลดเสียง (Attenuators)

อุปกรณ์ลดเสียงเป็นชนิดที่เปลี่ยนพื้นผิว หรือชนิดทรงกระบอกจะต้องสามารถดูดซับเสียงหรือลดเสียงลงได้ตามตารางของอุปกรณ์ต่าง ๆ อุปกรณ์ลดเสียงจะต้องออกแบบให้ลมที่ผ่าน (Channel Velocity) มีความเร็วไม่เกิน 9 เมตรต่อวินาที (1,800 ฟุตต่อวินาที)

ก. อุปกรณ์ลดเสียงชนิดสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangular Attenuator)

อุปกรณ์ลดเสียงประกอบด้วยตัวถัง (Casing) และแผ่นแบ่ง (Splitter) โดยทั้งตัวถังและแผ่นแบ่งจะต้องทำด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสี มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.1 มิลลิเมตร (0.044 นิ้ว) การต่อประกอบแผ่นแบ่งเข้ากับตัวถังจะต้องไม่ให้เกิดลมรั่ว รอยต่อจะต้องแข็งแรง ส่วนการต่ออุปกรณ์ลดเสียงเข้ากับท่อลมจะต้องใช้วิธีต่อแบบหน้าแปลนเท่านั้น

ผู้รับจ้างจะต้องเสนอคุณสมบัติในการลดเสียงในทุก ๆ ความถี่ตลอดช่วง Octave Band มาประกอบการขออนุมัติก่อนการติดตั้ง

ตัวถังจะต้องบุด้วยวัสดุดูดซับเสียงทั้ง 2 ด้าน โดยแต่ละด้านจะต้องใช้วัสดุดูดซับเสียงที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) เมื่อประกอบเสร็จจะต้องปิดทับผิวหน้าวัสดุดูดซับเสียงทั้งหมดที่สัมผัสกระแสดลมด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสีชนิดมีรูพรุนที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 0.55 มิลลิเมตร (0.022 นิ้ว) เมื่อประกอบเรียบร้อยแล้วจะต้องมีช่องว่างให้อากาศผ่านได้ โดยมีความกว้างอยู่ระหว่าง 100-150 มิลลิเมตร (4-6 นิ้ว)

ด้านปลายของวัสดุดูดซับเสียงที่ปิดทับด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสีชนิดมีรูพรุนทั้งด้านต้นลม (Up Stream) และปลายลม (Down Stream) จะต้องถูกออกแบบให้มีลักษณะโค้งมน เพื่อลดกระแสดลม (Turbulent) และความเสียดทานอากาศ (Air Friction)

ข. อุปกรณ์ลดเสียงชนิดทรงกระบอกกลม (Cylinder Attenuator)

อุปกรณ์ลดเสียงประกอบด้วยตัวถัง (Casing) และไส้กลาง (Core) ทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) โดยทั้งตัวถังและไส้กลางจะต้องทำด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสีที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 0.25 มิลลิเมตร (0.034 นิ้ว) การยึดไส้กลางเข้ากับตัวถังให้ใช้ครีปที่ไม่ด้านกระแสดลม โดยจำนวนครีปยึดไม่ควรมากกว่า 4 ชิ้น การต่ออุปกรณ์ลดเสียงเข้ากับท่อลมหรืออุปกรณ์ส่งลมจะต้องใช้วิธีต่อแบบหน้าแปลนเท่านั้น

ผู้รับจ้างจะต้องเสนอคุณสมบัติในการลดเสียงในทุก ๆ ความถี่ตลอดช่วง Octave Band มาประกอบการขออนุมัติก่อนการติดตั้ง

ตัวถังจะต้องบุด้วยวัสดุดูดซับเสียงที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ส่วนไส้กลางทรงกระบอกจะต้องบุภายนอกด้วยวัสดุดูดซับเสียงที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ช่องว่างของไส้กลางให้บรรจุด้วยวัสดุดูดซับเสียงให้เต็ม เมื่อประกอบเสร็จจะต้องปิดทับผิวหน้าของวัสดุดูดซับเสียงทั้งหมดที่สัมผัสกระแสดลมด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสีชนิดมีรูพรุนที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 0.55 มิลลิเมตร (0.022 นิ้ว)

3. การติดตั้ง (Installations)

วัสดุดูดซับเสียง เมื่อติดตั้งเรียบร้อยแล้ว ผิวหน้าต้องไม่ฉีก ขาด หรือหลุด ร่อน ลอกออก เมื่อถูกกระแสดลมพัดผ่านไม่ว่าจะอยู่ในระหว่างการติดตั้งหรือการใช้งานตามปกติ วัสดุดูดซับเสียงจะต้องอยู่ในสภาพดีสมบูรณ์ เมื่อตรวจสอบชั้นสุดท้าย วัสดุดูดซับเสียงที่เสียหายในขณะทำการขนส่งก็ตี จากการสั่นสะเทือนก็ตี หรือการห่อหุ้มไม่เรียบร้อยทำให้เกิดการชำรุดขึ้น จะไม่อนุญาตให้นำมาใช้งาน ส่วนใดที่ติดตั้งไปแล้วเกิดชำรุดเสียหาย จะต้องเปลี่ยนให้ใหม่ หรือให้ทำตามคำวินิจฉัยของวิศวกรควบคุมงาน

ส่วนที่ 8.

อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์กระแสลับ

AC Variable Speed Drive

1. ความต้องการโดยทั่วไป

- 1.1 ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหา และติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบตามขนาดมอเตอร์ของอุปกรณ์ที่ควบคุม และจำนวนที่กำหนดในแบบประกอบสัญญา รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ ตามที่ระบุในรายละเอียดและที่จำเป็นสำหรับการใช้งานอย่างสมบูรณ์
- 1.2 อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบจะต้องเป็นรุ่นมาตรฐาน (Standard Model) ต้องประกอบเป็นชุดสำเร็จมาจากโรงงานต่างประเทศ โดยผ่านการทดสอบมาตรฐานสากลมาแล้ว ผู้ผลิตจะต้องมีตัวแทนจำหน่ายถาวรภายในประเทศ และมีอะไหล่ของอุปกรณ์พร้อมสำหรับการเปลี่ยนทดแทนได้ทันที
- 1.2 ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้ง Harmonic Filter ประกอบกับอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์เพื่อที่จะ ป้องกัน และ/หรือ ลดคลื่น Harmonic โดยจะต้องวัดทดสอบและคำนวณขนาดของ Harmonic Filter ที่ ติดตั้งลงไปทุกจุดที่ใช้ อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบเมื่ออุปกรณ์ทั้งหมดในอาคารทำงานเต็มที่แล้ว ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์วัดคลื่น Harmonic ในระบบไฟฟ้าของอาคารเพื่อตรวจสอบว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ต้องแก้ไขหรือยอมรับได้
- 1.3 Controller ภายในชุด VSD จะต้องสามารถเชื่อมต่อเข้ากับ Network ในระบบ CMS ได้

2. คุณสมบัติของอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์กระแสลับ

อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบจะต้องใช้กับระบบไฟฟ้า 380 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ต และจะต้องมีคุณสมบัติ ตามนี้

- | | | |
|----|---|----------------------------------|
| ก. | Solid State AC Control Pulse Width Modulation | |
| ข. | Voltage Supply | : 380/415 V +10% - 15% |
| ค. | Frequency Supply | : 50/60 Hz |
| ง. | Voltage Output | : 0-Voltage Input |
| จ. | Frequency Range | : 0-120 Hz |
| ฉ. | Frequency Accuracy | : $\pm 1\%$ |
| ช. | 1 Rotational Direction | |
| ซ. | Ground Fault Protection | |
| ณ. | Acceleration/Deceleration Time | : 0.3-100 SEC. |
| ญ. | Display | : Digital |
| ฎ. | Protection | |
| | - | Braking Resistor or Braking Unit |
| | - | Over Current |
| | - | Over Voltage |
| | - | Under Voltage |
| | - | Over Temperature |
| | - | Stall Protection |
| | - | Internal Equipment Failure Codes |
| ฏ. | Operating Temperature | : 0-40°C |
| ฐ. | Storage Temperature | : -25°C to + 70°C |

- ก. Operating Humidity : 90% RH
- ข. Automatic Start Boost
- ค. Remote, Fail Signal and Auto Reset
- ด. Voltage/Frequency Ratio Adjustment
- ต. Preset Speed
- ถ. Control Signal : 4-20 mA.
- ท. Vibrations and Shocks : Testing according to IEC'S recommendation 68/2/6/FC
- ธ. Degree of International Protection: IP 54

ส่วนที่ 9.
ระบบไฟฟ้า
Electrical

1. ข้อกำหนดทั่วไป

- ก. ระบบไฟฟ้าทั้งหมดต้องสอดคล้องกับระบบของการไฟฟ้า ขอบเขตผู้รับจ้างต้องติดตั้งระบบไฟฟ้าทั้งหมดที่แสดงอยู่ในแบบ และที่กำหนดอยู่ในรายการละเอียดหมวดนี้
- ข. ระบบไฟฟ้าเป็น 3 Phase 4 Wires 380 V/220V 50 Hz.
Y Connection System Solid Ground.
- ค. ระบบสีของสายไฟให้เป็นดังนี้
- | | | |
|---------|-----|----------------------------|
| Phase | A | สีดำ |
| Phase | B | สีแดง |
| Phase | C | สีน้ำเงิน |
| Neutral | N | สีขาว หรือเทา |
| Ground | Gr. | สีเขียว หรือเขียวคาดเหลือง |
- สายไฟที่ผลิตแต่เพียงสีเขียวให้ทำสี หรือพันเทปทั้งสองข้างของสายด้วยสีที่กำหนดให้
- ง. การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า และการต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้า และมาตรฐานวสท.

2. สายไฟฟ้า

- ก. ทั่วไปข้อกำหนดในตอนนี้ ครอบคลุมรายละเอียดการจัดหา และการติดตั้งสายไฟฟ้าหุ้มฉนวน
- ข. ขอบเขตผู้รับจ้างต้องจัดหา และติดตั้งสายไฟฟ้า ซึ่งได้ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ และดัดแปลงไว้ในแบบสายไฟฟ้าทั้งหมดหรือที่เกี่ยวข้องทั้งภายนอกและภายในอาคาร ต้องเป็นไปตามมาตรฐานสายไฟฟ้า ม.อ.ก. 11-2531
- ค. ตัวนำทั้งหมดต้องเป็นทองแดง และเป็นไปตามข้อ 5. ของ ม.อ.ก. 11-2531
- ง. ฉนวนของสายไฟต้องเป็นไปตามข้อ 5. ของ ม.อ.ก. 11-2531
- จ. เปลือกหุ้มของสายไฟต้องเป็นไปตามข้อ 6. ของ ม.อ.ก. 11-2531
- ฉ. รายละเอียดของสายไฟฟ้า
- สายแบบ Feeder ให้ใช้สาย THW
 - สายวงจรย่อยขนาดต่ำกว่า 6 ตารางมิลลิเมตรให้ใช้สาย THW

- สายใหญ่กว่า 10 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้สายตีเกลียว
 - สายภายนอกอาคารและที่ใช้ฝังดินให้ใช้สาย NYY
 - ข. การดึงสายควรใช้อุปกรณ์ช่วยในการดึงสาย ซึ่งออกแบบโดยเฉพาะ เพื่อใช้กับงานดึงสายไฟฟ้าภายในท่อ และต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์ดังกล่าวด้วย
 - ข. การหล่อลื่น ในการดึงสายผู้รับจ้างจะต้องใช้ตัวหล่อลื่น ตัวหล่อลื่นจะต้องเป็นชนิดที่ผู้ทำสายไฟฟ้าแนะนำไว้เท่านั้น
 - ฉ. การติดตั้งสายไฟฟ้าทุกขนาดจะต้องกระทำอย่างระมัดระวังในการติดตั้งรัศมีของการดัดอง จะต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ทำสายไฟฟ้า หรือ มาตรฐาน วสท.
 - ญ. การกันความชื้น ปลายทั้งสองข้างของสายไฟฟ้าที่ปล่อยไว้จะต้องมีกรรมวิธีป้องกันความชื้นจากภายนอก
 - ฎ. การต่อสายใต้ดิน หรือนอกอาคารให้ใช้หัวต่อเฉพาะแบบ Cast Resin หรือ Epoxy
 - ฏ. การต่อสายเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้หัวต่อแบบมีหัวสกรูยึด ต้องใส่ Terminal ชนิดใช้เครื่องมือกลัด (ใช้ Cable Lug แบบบีบ)
 - ฐ. Cable Identification สายไฟฟ้าทั้งหมดที่ปลายทั้งสองข้าง ต้องมีป้ายติดบนสายบ่งถึงขนาดและวงจร เพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา
- รายละเอียดของการบ่งบอกประกอบด้วยขนาดสาย, วงจรและ Load ที่ใช้สำหรับ Colour Code เป็นดังนี้.
- | | | | |
|-----|---------|---|-----------------------------|
| (1) | Phase | A | สีดำ |
| (2) | Phase | B | สีแดง |
| (3) | Phase | C | สีน้ำเงิน |
| (4) | Neutral | | สีขาวหรือเทา |
| (5) | Ground | | สีเขียวหรือสีเขียวคาดเหลือง |
- ณ. การติดตั้งการเดินสายไฟฟ้า ต้องกระทำภายหลังการวางท่อร้อยสาย กล่องเชื่อมกลองดึงสาย และอุปกรณ์ต่าง ๆ เสร็จเรียบร้อยแล้วเท่านั้น อุปกรณ์การเดินสายไฟฟ้าจะต้องร้อยในขณะที่จะเดินสายไฟแต่ละช่วง ห้ามมิให้ตระเตรียมหรือร้อยไว้ในท่อร้อยสายล่วงหน้าอย่างเด็ดขาด
 - ด. หากมิได้ระบุเป็นอย่างอื่น สายไฟจะต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า Upstream Protection Device

3. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

- ก. ทั่วไป ข้อกำหนดในตอนนี้อยู่ครอบคลุมรายละเอียดการจัดหา และการติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้าและอุปกรณ์
- ข. ขอบเขต ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งท่อร้อยสาย ซึ่งได้ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ และดัดแปลงไว้ในแบบทุกประการ
- ค. รายละเอียดของวัสดุ
 - Intermediate Metallic Conduit (IMC) ต้องเป็นท่อเหล็กหนาผ่านขบวนการชุบสังกะสี หรือ Hot Dip Galvanize มาแล้วและมีเส้นผ่าศูนย์กลางท่อไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว
 - ท่ออ่อน (Flexible Conduit) ท่ออ่อนต้องเป็นแบบกันน้ำ
 - Coupling and Thread Protector ท่อร้อยสายแต่ละท่อจะต้องมี Coupling อยู่ทีปลายหนึ่งและ Thread Protector อีกข้างหนึ่ง
 - Conduit Fitting ต้องเป็นไปตามที่กำหนดของ NEMA และ UL 514
 - Lock Nut และ Bushing จะต้องใช้ Lock Nut และ Bushing ทุกปลายของท่อ
 - Junction and Pull Boxes ต้องเป็นกลองชุบสังกะสีหรือแคดเมียม และในที่ขึ้นต้องเป็นกลอง Cast Aluminium
- ง. การติดตั้ง ให้เป็นไปตามกฎการไฟฟ้า และ NEC
 - Intermediate Metallic Conduit การติดตั้งเป็นไปตามมาตรฐาน วสท.

- Electrical Metallic Tubing จะต้องใช้กับ Routing ที่ Exposed หรือ Concealed การติดตั้งเป็นไปตามมาตรฐาน วสท.
 - Flexible Conduit จะต้องใช้เมื่อต้องการ Conduit Termination ใน Equipment ซึ่งมีการสั่นสะเทือนหรือเมื่อต้องการ Flexibility การติดตั้งเป็นไปตามมาตรฐาน วสท.
 - Associated Material จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน วสท. สำหรับการติดตั้ง ณ Hazardous Location เป็นไปตามมาตรฐาน วสท.
 - Moisture Pocket ก่อนนำท่อร้อยสายไปติดตั้ง ถ้ามี Moisture Pocket ต้องกำจัดให้หมดเสียก่อน
 - Bend and Offset ท่อร้อยสายที่เสียรูปและไม่เป็นไปตามที่ระบุจะต้องห้ามนำมาใช้ในการติดตั้ง
 - การเดินท่อให้พยายามเดินในแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคาร
 - การต่อเชื่อมกับ Box และ Cabinet ส่วนที่เป็นเกลียวของท่อต่อผ่านเข้าไปในผนังของ Box หรือ Cabinet โดยมี Locknut ทั้งด้านในและด้านนอกที่ปลายของท่อ ท่อร้อยสายต้องมี BUSHING สวมอยู่
- จ. Colour Code ท่อไฟฟ้าทั้งหมดที่เดินลอยให้ทาสีคาดไว้ที่ท่อทุก ๆ 1 เมตร ด้วยสีส้ม

4. การต่อลงดิน (Equipment Grounding)

อุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดรอบตัวตู้ ต้องมีระบบต่อลงดิน ไม่ว่าจะกำหนดไว้ในแบบหรือไม่ก็ตาม เพื่อการป้องกันอันตรายอันอาจเกิดขึ้นอยู่กับผู้ที่ปฏิบัติงานการต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้าอันได้แก่ Motor, ท่อ, Wire Way ตู้สวิตช์บอร์ด หรือแผงควบคุมอื่น ๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐาน วสท. และประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยทางไฟฟ้า

5. ตู้สวิตช์บอร์ด

ตู้สวิตช์บอร์ดของปรับอากาศและระบายอากาศ

- ก. ตัวตู้ไม่ว่าเป็นแบบตู้ตั้งหรือตู้ติดผนังต้องประกอบจากเหล็กฟอสเฟต หรือเหล็กชุบสังกะสี ซึ่งมีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มม.
- ข. ตัวตู้และโครงตู้ และตัวจับยึดอุปกรณ์ไฟฟ้า ต้องมีความแข็งแรง และสามารถทนต่อการ Short Circuit ได้ไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ในแบบ
- ค. หากระบุให้ตู้เป็นแบบ Outdoor Type ตู้จะต้องถูกออกแบบให้ตั้งอยู่ภายนอกอาคาร สามารถกันน้ำและฝนได้เป็นอย่างดี (ไม่น้อยกว่า IP 55) นอกจากนี้ต้องมีการระบายอากาศ ป้องกันฝุ่น ป้องกันแมลงหรือหนูเข้าไปภายในตู้ ตลอดจนป้องกันความชื้นกับอุปกรณ์ภายในได้เป็นอย่างดี
- ง. ตัวตู้ต้องพ่น Epoxy สีที่กำหนดให้ภายหลัง อย่างน้อย 2 ชั้น หลังจากผ่านการป้องกันสนิมมาแล้ว
- จ. ให้มีการ Service หรือบำรุงรักษาได้สะดวกเหมาะสมกับการติดตั้ง
- ฉ. ขนาดของสาย และ Busbar และในตู้ตลอดจนระยะห่างในการติดตั้งให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้า
- ช. ที่หน้าตู้ทุก Cubicle จะต้อง มี Key Lock ป้องกันผู้ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องมา Operate หรือแก้ไข
- ซ. ต้องมี Mimic Diagram ซึ่งแสดงวงจรของแบบติดตั้งไว้หน้าตู้ทุกตู้ และมี Name Plate บอกหมายเลขและชนิดของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในแบบ
- ณ. มาตรฐานอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ผู้รับจ้างดำเนินการจัดหาและติดตั้ง เช่นเดียวกับผู้รับจ้างระบบไฟฟ้า โดยอุปกรณ์ควรเป็นชนิดเดียวกันหรือยี่ห้อเดียวกันกับผู้รับจ้างระบบไฟฟ้าเพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา
- ญ. อุปกรณ์ไฟฟ้า โดยเฉพาะ Circuit Breaker จำเป็นต้องทำงานในลักษณะ Co-Ordination กับระบบไฟฟ้าที่ต้นทางหรือมีการทำงานที่ประสานกันได้ดี อุปกรณ์ไฟฟ้าเช่นพวก Push Button Indicating Lamp หรือมิเตอร์ต่าง ๆ ซึ่งจำเป็นจะต้องติดหน้าตู้ต้องเป็นชนิดกันน้ำได้เป็นอย่างดี

- ฎ. การประกอบ และการติดตั้งตู้ ตลอดจนการเข้าสาย จะต้องกระทำโดยช่างผู้ชำนาญงานทางด้านนี้ และเป็นมาตรฐานเดียวกับผู้รับจ้างระบบไฟฟ้าเช่นกัน

6. ระบบสตาร์ทเตอร์ของมอเตอร์

- ก. สตาร์ทเตอร์ ต้องมีขนาดที่เหมาะสมที่จะใช้งานร่วมกับมอเตอร์ของเครื่องปรับอากาศ หรือพัดลมระบายอากาศ
- ข. ชุดสตาร์ทเตอร์ แต่ละชุดต้องประกอบด้วยอุปกรณ์อย่างน้อยที่สุด และมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้.-
- Circuit Breaker
 - Motor Starter กรณีเป็น Reduced Voltage Starter วงจรต้องเป็นชนิด Closed Transition และ Starter ต้องเป็นชนิด Heavy Duty
 - Thermal Over Load Protection
 - Start and Stop Push Button
 - Running Indication Lamp
 - Selector Switch M-O-A (If Require)
 - Alarm (If Require)
 - Control Fuse or Breaker
 - Name Plate And Circuit Diagram
- ค. โดยทั่วไปถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น มอเตอร์ที่มีขนาดตั้งแต่ 4.0 kW ลงมา ให้สตาร์ทเตอร์เป็นชนิด Direct On Line ได้ และตั้งแต่ 5.5 kW ขึ้นไป ต้องเป็นชนิด Reduced Voltage Start
- ง. อุปกรณ์ในชุด Starter ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC หรือ NEMA และควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับผู้รับจ้างไฟฟ้า
- จ. Circuit Breaker สำหรับ Over Load และ Short Circuit Protection ของมอเตอร์แต่ละตัว ในกรณี Breaker ดังกล่าว และมอเตอร์อยู่ไกลจากสายตาจนมองการทำงานของมอเตอร์ดังกล่าวไม่ได้ ตัว Breaker ต้องมี Handle แบบ Lock Off เพื่อป้องกันอุบัติเหตุในการ Maintenance
- Circuit Breaker ที่มีขนาดมากกว่า 225 A ขึ้นไปควรมี Terminal เป็น Busbar Connection Type

7. มอเตอร์

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

Output (kW)	ประสิทธิภาพต่ำสุด (%)
0.55 kW และเล็กกว่า	70
0.75 - 3	78
4 - 5.5	83
7.5 - 10	85
15 - 30	88
37 - 55	90
75 - 90	91
ตั้งแต่ 110 kW ขึ้นไป	93

มอเตอร์ที่ใช้กับอุปกรณ์ Variable Speed Drives (VSD) จะต้องถูกสร้างและออกแบบมาตามมาตรฐานของ NEMA MG-1 Part

8. Remote Control Push Button Station

- ก. Remote Control Push Button Station ประกอบด้วย Push Buttons, Indicating Lamps พร้อมด้วยกล่องเหล็กพ่นสี
- ข. ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Shop Drawing แสดงการเดินสายไฟ Control Local Control Panel และ Remote Control Push Button Station ส่งไปขอความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการติดตั้งด้วย

9. การทดสอบ

การทดสอบงานไฟฟ้า ให้ดำเนินการทดสอบดังนี้

- ก. ทดสอบการใช้งานปกติ
- ข. ทดสอบระบบควบคุมตลอดจน Interlock ต่าง ๆ
- ค. ทดสอบสภาพความเป็นฉนวน สายไฟฟ้า และมอเตอร์
- ง. ทดสอบ ความต้านทานของการต่อลงดิน
- จ. ทดสอบการกั้นน้ำของผู้สวิตช์บอร์ด

ส่วนที่ 10.

การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ในผิวงานโลหะทุกชนิด ก่อนนำเข้าไปติดตั้งในหน่วยงานต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันการผุกร่อน และ/หรือ การทาสีตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ทุกประการ วิธีการทาสีต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด เครื่องจักร อุปกรณ์ หรือวัสดุใด ๆ ที่ได้ผ่านการป้องกันการผุกร่อน และทาสีจากโรงงานผู้ผลิตมาแล้ว หากตรวจพบว่า รอยถลอก ขูดขีด รอยคราบสนิมจับ และอื่น ๆ ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซม ชัดถู และทาสีให้เรียบร้อย โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน
- 1.2 ในระหว่างการทาสีใด ๆ ก็ตาม ผู้รับจ้างต้องหาวิธีป้องกันมิให้สีหยดลงบนพื้น ผนัง และอุปกรณ์ใกล้เคียง อื่น ๆ หากเกิดการหยดเป็นอันต้องทำความสะอาดทันที ผลเสียหายใด ๆ ที่เกิดขึ้น ต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น ในการทาสีท่อ และที่แขวนท่อจะต้องทาสีโดยใช้สีและชนิดของสีตามรหัสสีและ สัญลักษณ์

2. การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี

2.1 พื้นผิวโลหะที่เป็นเหล็ก หรือ โลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก

- ก. ให้ใช้เครื่องขัดสนิมตามรอยต่อเชื่อม และตำแหน่งต่าง ๆ จากนั้นใช้แปรงลวดหรือกระดาษทรายขัดผิวงานให้เรียบ และปราศจากสนิมหรืออาจใช้วิธีพ่นทรายเพื่อกำจัดคราบสนิมและเศษวัตถุ แยกปลอมออกจากนั้น จึงทำความสะอาดผิวงานไม่ให้มีคราบไขมัน หรือน้ำมันเคลือบผิวหลงเหลืออยู่ โดยใช้ น้ำมันประเภทระเหยไว (Volatile Solvent) เช่น ทินเนอร์ หรือน้ำมันก๊าดเช็ดถู หลาย ๆ ครั้ง แล้วใช้น้ำสะอาดล้างอีกครั้งหนึ่งจนผิวงานสะอาด พร้อมกับเช็ดหรือเป่าลมให้แห้ง สนิทจึงทาสีรองพื้นตามคำแนะนำของผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด
- ข. ในกรณีที่ผิวงานนั้นเคยถูกทาสีมาก่อน ต้องขูดสีเดิมออกก่อน จึงเริ่มทำตามกรรมวิธีดังกล่าว ข้างต้น

2.2 พื้นผิวโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็ก

ให้ทำความสะอาดโดยใช้กระดาษทราย แล้วเช็ดด้วยน้ำมันสน ห้ามใช้เครื่องขัดหรือแปรงลวดโดยเด็ดขาด แล้วจึงทาสีรองพื้น

2.3 พื้นผิวสังกะสีและเหล็กที่เคลือบสังกะสี

ให้ใช้น้ำยาเช็ดถูเพื่อขจัดคราบไขมันและฝุ่นออกก่อนทาสีรองพื้น

2.4 พื้นผิวทองแดง ตะกั่ว พลาสติก ทองเหลือง

ให้ขัดด้วยกระดาษทรายก่อนแล้วใช้น้ำยาเช็ดถูกำจัดฝุ่นก่อนทาสีรองพื้น

3. การทาหรือพ่นสี

3.1 ในการทาสีแต่ละชั้น ต้องให้สีที่ทาไปแล้วแห้งสนิทก่อน จึงให้ทาสีชั้นต่อ ๆ ไปได้

3.2 สีที่ใช้ทา ประกอบด้วยสี 2 ส่วนคือ

ก. สีรองพื้นใช้สำหรับป้องกันสนิม และ/หรือ เพื่อให้ยึดเกาะระหว่างสีทับหน้ากับผิวงาน

ข. สีทับหน้าใช้สำหรับเป็นสีเคลือบชั้นสุดท้าย เพื่อใช้ในการแสดงรหัสของระบบต่าง ๆ ชนิดสีที่ใช้ ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม

3.3 ประเภทหรือชนิดของสีที่ใช้ ให้เป็นไปตามระบุในตารางข้อ 4

4. ตารางการใช้ประเภทสีตามชนิดของวัสดุในสภาวะแวดล้อม

ลำดับ	ชนิดของผิววัสดุ	บริเวณทั่วไป	บริเวณที่มีความชื้นสูง, บริเวณที่มีการผูกเรือนสูง
1.	- Black Steel Pipe - Black Steel Hanger and Support - Black Steel Sheet - Switchboard, Panel	1 st Coat : Red Lead Primer 2 nd Coat : Red Lead Primer 3 rd Coat : Alkyd Finishing paint 4 th Coat : Alkyd Finishing paint	1 st Coat : Epoxy Red Lead Primer 2 nd Coat : Epoxy Red Lead Primer 3 rd Coat : Epoxy Finishing Paint 4 th Coat : Epoxy Finishing Paint
2.	- Galvanized Steel Pipe - Galvanized Steel Hanger and Support - Galvanized Steel Sheet ในกรณีที่ไม้ได้ระบุรหัสสี ให้ใช้สีทับหน้าเป็นสีออลูมิเนียม	1 st Coat : Wash Primer 2 nd Coat : Zinc Chromate 3 rd Coat : Alkyd Finishing Paint 4 th Coat : Alkyd Finishing paint	1 st Coat : Wash Primer 2 nd Coat : Epoxy Red Lead Primer 3 rd Coat : Epoxy Finishing Paint 4 th Coat : Epoxy Finishing Paint
3.	- PVC Pipe - Plastic Pipe	1 st Coat : Wash Primer 2 nd Coat : Chlorinated Rubber Finishing Paint 3 rd Coat : Chlorinated Rubber Finishing Paint	1 st Coat : Wash Primer 2 nd Coat : Chlorinated Rubber Finishing Paint 3 rd Coat : Chlorinated Rubber Finishing Paint
4.	- Cast-Iron Pipe Inclusive of Underground Pipe	1 st Coat : Coal Tar Epoxy 2 nd Coat : Coal Tar Epoxy	1 st Coat : Coal Tar Epoxy 2 nd Coat : Coal Tar Epoxy

ลำดับ	ชนิดของผิววัสดุ	บริเวณทั่วไป	บริเวณที่มีความชื้นสูง, บริเวณที่มีการผูกมัดสูง
5.	- Copper Tube - Stainless Steel Pipe - Stainless Steel Sheet - Aluminium Steel Pipe - Aluminium Steel Sheet - Light Alloy - Lead - Conduit Clamp	1 st Coat : Wash Primer 2 nd Coat : Alkyd Finishing Paint 3 rd Coat : Alkyd Finishing Paint	1 st Coat : Wash Primer 2 nd Coat : Epoxy Finishing Paint 3 rd Coat : Epoxy Finishing Paint
6.	- Closed Cell Foam - Plastic ใช้แถบสีแสดงรหัสสี	-	-

หมายเหตุ:- ในกรณีที่มีการซ่อมสีเนื่องจากการเชื่อม การตัดการเจาะ การขีดหรือการทำเกลียว ให้ใช้สีรองพื้น จำพวก Zinc Rich Primer ก่อนลงสีทับหน้า

5. รหัสสีและสัญลักษณ์

- 5.1 การทาสีทับหน้าแสดงรหัสสีให้ทาสีตลอดทั้งเส้นท่อ ยกเว้นถ้าท่อนั้น ๆ มีการหุ้มฉนวน ให้ทาเฉพาะสี รองพื้นเท่านั้น
- 5.2 ในระบบไฟฟ้า ให้แสดงรหัสสีเฉพาะตรงที่ Clamp ของท่อร้อยสายและฝาครอบกล่องต่อสายเท่านั้น และ ภายในกลุ่ม
- 5.3 ขนาดแถบรหัสสี (เฉพาะท่อที่หุ้มฉนวน) และตัวอักษร กำหนดดังนี้.-

<u>Pipe Diameter</u> มม. (นิ้ว)	<u>ความกว้างของแถบ</u> มม. (นิ้ว)	<u>ขนาดตัวอักษร</u> มม. (นิ้ว)
20 - 32 (3/4 - 1 1/4)	200 (8)	12 (1/2)
40 - 50 (1 1/2 - 2)	200 (8) 20 (3/4)	
65 - 150 (2 1/2 - 6)	300 (12)	32 (1 1/4)
200 - 250 (8 - 10)	300 (12)	65 (2 1/2)
300 - มากกว่า (12 - มากกว่า)	500 (20)	90 (4)

- 5.4 ระยะของแถบรหัสสี อักษรสัญลักษณ์ และสัญลักษณ์ลูกศรแสดงทิศทาง กำหนดเป็นดังนี้.-

- ทุก ๆ ระยะไม่เกิน 6 เมตร (20 ฟุต) ของท่อในแนวตรง
- ใกล้ตำแหน่งวาล์วทุกตัว
- เมื่อมีการเปลี่ยนทิศทาง และ/หรือ มีท่อแยก
- เมื่อท่อผ่านกำแพงหรือทะลุพื้น
- บริเวณช่องเปิดบริการ

- 5.5 ถ้าท่อที่หุ้มฉนวนนั้น ทาสีที่ฉนวนทั้งเส้นท่อ หรือท่อที่ไม่ต้องหุ้มฉนวน ให้ใช้ขนาดและระยะของตัวอักษรสัญลักษณ์ พร้อมลูกศรแสดงทิศทาง ตามข้อ 5.3 และ 5.4 ด้วย

ส่วนที่ 11.

การอุดช่องเดินท่อ ช่องเจาะ ด้วยวัสดุป้องกันไฟและควันลาม

Fire Barrier System

1. ความต้องการทั่วไป

หลังจากที่ติดตั้งวัสดุและอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องอุดหรือปิดบริเวณที่วัสดุหรืออุปกรณ์ทะลุผ่านผนัง พื้น หรือคาน และชาฟท์ท่อต่าง ๆ ด้วยวัสดุป้องกันไฟและควันลาม เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้อันเนื่องมาจากการเกิดเพลิงลุกไหม้ ลามจาก บริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่ง วัสดุป้องกันไฟและควันลามนี้ต้องมีคุณสมบัติตามข้อกำหนดของ NEC หัวข้อ 300-21 และ ASTM

การใช้วัสดุป้องกันไฟและควันลาม ให้พิจารณาใช้กับผนังกันไฟหรือผนังห้องกันเสียง และถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งลิ้นกันไฟ (Fire Damper) ตามบริเวณที่ทะลุผ่านผนังกันไฟทุก ๆ จุด พร้อมช่องเปิดบริการทั้งที่ฝ้าเพดานและท่อลม เพื่อตรวจสอบ Fire Damper โดยสะดวกทุกจุด และจะต้องติดตั้ง Cover หรือ Escutcheon Plate บริเวณจุดที่ทะลุผ่านที่ปรากฏแก่สายตาทุกจุด และให้อยู่ในความเห็นชอบของผู้ ควบคุมงาน ข้อกำหนดนี้ยังครอบคลุมไปถึงท่อร้อยสายไฟ สายไฟฟ้า และ Raceway ที่ติดตั้งในช่องท่อ หรือช่อง เปิดบนพื้นต่าง ๆ ช่องเปิดที่เหลือหลังการติดตั้งระบบเรียบร้อยแล้วจะต้องถูกปิดด้วยวัสดุที่กล่าวข้างต้นที่มีความ สามารถกันไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

2. คุณสมบัติของวัสดุ

- 2.1 อุปกรณ์หรือวัสดุที่ใช้ป้องกันไฟและควันลาม ต้องเป็นอุปกรณ์หรือวัสดุที่ UL รับรอง
- 2.2 อุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าว ต้องป้องกันไฟได้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง
- 2.3 อุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าวต้องไม่เป็นพิษขณะติดตั้งหรือขณะเกิดเพลิงไหม้
- 2.4 สามารถถอดออกได้ง่ายในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข
- 2.5 ทนต่อการสั่นสะเทือนได้ดี
- 2.6 ติดตั้งง่าย
- 2.7 อุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลาม ต้องมีความแข็งแรงไม่ว่าก่อนหรือหลังเพลิงไหม้
- 2.8 อุปกรณ์หรือวัสดุที่จะนำมาใช้ ต้องได้รับอนุมัติก่อน

3. การติดตั้ง

- 3.1 ให้ติดตั้งอุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลามตามตำแหน่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้.-
 - ก. ช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนัง พื้น หรือคาน และชาฟท์ท่อต่าง ๆ ซึ่งได้เตรียมไว้ สำหรับการใช้งาน ติดตั้งระบบท่อ หลังจากที่ได้ติดตั้งท่อไปแล้ว และมีช่องว่างเหลืออยู่ระหว่างท่อกับแผ่นปิดช่องท่อ
 - ข. ช่องเปิดหรือช่องลอด (Blockout or Sleeve) ที่เตรียมการไว้สำหรับติดตั้งระบบท่อในอนาคต
 - ค. ช่องเปิดหรือช่องลอด (Blockout or Sleeve) ที่ใช้สายไฟฟ้าหรือท่อร้อยสายไฟฟ้าที่มีช่องว่าง อยู่แม้เพียงช่อง เล็กน้อยก็ตาม
 - ง. ภายในท่อที่วางทะลุพื้นคอนกรีต ผนังคอนกรีต ซึ่งเป็นผนังทนไฟ เพื่อป้องกันไฟและควันลาม ตามท่อ
- 3.2 กรรมวิธีการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องเสนอขออนุมัติก่อน

1. ความต้องการทั่วไป

การทดสอบจะต้องทำในขณะที่มีผู้ควบคุมงานหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการร่วมอยู่ด้วย ผู้รับจ้างจะต้องจัดเวลาและเตรียมวิศวกรของผู้รับจ้างซึ่งจะเป็นผู้ทดสอบไว้ให้พร้อม ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการทดสอบและปรับแต่งใด ๆ ก็ตามให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบฟอร์มเพื่อ Start-Up และทดสอบมาให้ผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อนจะทำการทดสอบจริง

2. การทดสอบอุปกรณ์

หมายถึงการทดสอบสมรรถนะ (Performance) ของอุปกรณ์ที่ติดตั้งทั้งหมดและจะต้องมีข้อมูลอย่างน้อยตามรายการต่อไปนี้

2.1 พัดลมระบายอากาศ

- ก. วัน เวลา ที่ทดสอบ
- ข. ยี่ห้อ รุ่นและหมายเลขเครื่อง
- ค. Serial Number
- ง. Delivery Air Flow Rate
- จ. Air Operating Temperature
- ฉ. Toxic / Non-Toxic Air
- ช. Fan Type
- ซ. Fan RPM
- ณ. Static Pressure In / Out
- ญ. Total Static Pressure
- ฎ. Motor Manufacturer / Frame
- ฐ. Motor KW / RPM
- ฑ. Volts / Phase / Hertz
- ฒ. Full Load Amps / Service Factor
- ณ. No. of Belts / Make / Size

2.2 เครื่องปรับอากาศแบบใช้สารความเย็นโดยตรงระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Direct Expansion Unit)

- ก. วัน เวลา ที่ทดสอบ
- ข. ยี่ห้อ รุ่นและหมายเลขเครื่อง
- ค. Make / Model Number
- ง. Serial Number
- จ. Type of Air Filter / Size
- ฉ. Evaporator
- Total Air Flow Rate
- Discharge Static Pressure
- Suction Static Pressure
- Total Static Pressure
- Outside Air Flow Rate

Outside Air Condition DB / WB

Return Air Flow Rate

Return Air Condition DB / WB

Entering Air Condition DB / WB

Leaving Air Condition DB / WB

Fan RPM

Voltage

Amperage

๓. Air Cooled Condenser

Refrigerant No. / lbs.

Compressor Manufacturer / Number

Compressor Model / Serial Number

Suction Pressure / Temperature

Condensing Pressure / Temperature

Crankcase Heater Amps.

Compressor Voltage

Compressor Amperage

L.P. / H.P. Cutout Setting

No. of Fans / Fan RPM

Condenser Fan KW.

Condensing Air Flow Rate

Condenser Fan Volts / Amps / Phase

๔. Motor

Brandname / Frame

KW. / RPM

Volts / Phase / Hertz

Full Load Amp. / Service Factor

3. การทำความสะอาดท่อลม

9.1 ในระหว่างการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องระวังป้องกันไม่ให้เศษฉนวน เศษRigid Fiberglassและขยะต่าง ๆ ตกค้างอยู่ในระบบ ท่อลม

9.2 ก่อนที่จะมีการติดตั้งฝ้าเพดาน ผู้รับจ้างจะต้องใช้พัดลมขนาดเล็ก (Portable Fan) หรือพัดลมของเครื่องปรับอากาศเป่าลมทำความสะอาดภายในท่อลม ใช้เครื่องดูดฝุ่นหรืออุปกรณ์ที่สามารถขับเศษ ฝุ่น ผงออก จากท่อลมให้หมด

9.3 ในกรณีที่ใช้พัดลมของเครื่องปรับอากาศจะต้องติดตั้งแผงกรองอากาศเข้าไว้ด้วย หลังจากการทำความสะอาด สะอาดระบบท่อลม ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งแผงกรองอากาศชุดใหม่

4. การทดสอบและปรับปริมาณลม

- 10.1 ภายหลังจากติดตั้งระบบปรับอากาศ และระบายอากาศเสร็จเรียบร้อยแล้วก่อนการส่งมอบงาน ต้องได้รับการ ทดสอบและปรับแต่งปริมาณลมให้ได้ตามต้องการ ปริมาณลมที่หน้ากากจ่ายลมต้องปรับแต่งให้อยู่ในช่วง ± 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณลมที่ระบุไว้ในแบบ
- 10.2 การวัดปริมาณลมในท่อเมนและท่อแยกที่สำคัญ ให้ใช้วิธี Transverse โดยใช้ Pilot Tube ช่องเปิดสำหรับ สอด Pilot Tube ต้องมีปลั๊กอุดกันรั่วทุกจุดหลังจากการปรับแต่งเสร็จเรียบร้อยแล้ว
- 10.3 การปรับปริมาณลมที่ออกจากเครื่องปรับอากาศให้ใช้วิธีปรับรอบพัดลม ปริมาณลมท่อแยกให้ปรับที่ Volume Damper หรือ Splitter Damper หลังจากปรับแต่ง Damper แล้วต้องทำเครื่องหมายแสดง ตำแหน่งที่แน่นอนทุก ๆ แห่ง

6. ตารางแสดงรหัสสีและสีสัญลักษณ์

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

หมายเหตุ.- ท่อที่มีได้ระบุรหัสสี ให้ใช้ประเภทหรือชนิดของสีตามตารางข้อ 4 ส่วนรหัสของสีท่อนั้น ให้เป็นไปตามสีของอาคารในบริเวณที่ท่อนั้นติดตั้งอยู่

ส่วนที่ 13.
ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน

1. วัตถุประสงค์

วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ จะต้องได้รับการอนุมัติก่อนที่จะนำมาติดตั้ง วัสดุ-อุปกรณ์เหล่านี้จะต้องมีคุณภาพเป็นไปตามแบบและข้อกำหนดตามที่ได้กล่าวมาแล้ว อุปกรณ์ใดที่เปลี่ยนแปลงมาจากโรงงานผู้ผลิต จะต้องแจ้งให้ทราบและจะ พิจารณาตามความเป็นจริง อย่างไรก็ตามการเสนอแบบ Alternative จะต้องถูกต้องและเป็นไปตามข้อกำหนดและ ความต้องการของวิศวกร จำนวนอุปกรณ์ที่เสนอจะต้องเป็นไปตามที่ปรากฏบนแบบ ยกเว้นรายการต่อไปนี้

- ก. สายไฟฟ้าและท่อร้อยสายไฟฟ้าจะต้องวัดจากแบบหรือไดอะแกรม
- ข. รายการปลั๊กย่อยต่าง ๆ ที่ไม่ได้ระบุไว้ แต่จำเป็นที่จะต้องให้มีเพื่อให้ระบบสมบูรณ์แบบจะต้องมีการ ประเมินจำนวนไว้ โดยที่อุปกรณ์เหล่านี้ต้องมีคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับได้

ตัวเลขข้อมูลของอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ระบุไว้ในรายการอุปกรณ์ตามที่ปรากฏในแบบและข้อกำหนด

2. รายการตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน

รายละเอียดในหัวข้อนี้ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ วัสดุและอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับ ทั้งนี้คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้น ๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่กำหนดไว้ การเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากชื่อที่ให้ ไว้นี้ต้องแสดงเอกสารรายละเอียด และหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอเพื่อการพิจารณามุมัติให้ใช้งานโดยมีคุณภาพเทียบเท่า

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
2.2	<u>Split Type Air-Conditioning Unit</u> Carrier Trane Mitsubishi Daikin Mc Quay	USA or Locally Assembly Under License USA or Locally Assembly Under License Japan or Locally Assembly Under License Japan or Locally Assembly Under License USA or Locally Assembly Under License
2.3	<u>Air Handling Unit, Fan Coil Unit</u> Carrier Trane Robatherm York Daikin Sinko Ciat Mc Quay	USA or Locally Assembly Under License USA or Locally Assembly Under License Germany or Locally Assembly Under License USA or Locally Assembly Under License Japan or Locally Assembly Under License Japan or Locally Assembly Under License France or Assembly Under License USA or Locally Assembly Under License
2.7	<u>Centrifugal Fan</u> Green Heck Panasonic ACME	USA Japan USA

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
	Nicotra Kruger Gebhardt	Italia Switzerland Germany
2.8	<u>Propeller Fan (Commercial Use)</u> Kruger Panasonic Mitsubishi Green Heck	Switzerland Japan Japan USA
2.9	<u>Propeller Fan (Industrial Use)</u> Panasonic Green Heck ACME Kruger Wolter	Japan USA USA Switzerland Germany
2.10	<u>Axial Flow Fan</u> Green Heck Panasonic Woods ACME Kruger Wolter	USA Japan UK USA Switzerland Germany
2.11	<u>Ceiling Fan</u> Panasonic Mitsubishi Fantech Kruger Green Heck	Japan Japan Australia Switzerland USA
2.12	<u>Cabinet Fan</u> Panasonic Green Heck ACME Kruger	Japan USA USA Switzerland
2.14	<u>PVC Pipe</u> Thai Pipe D-Plast Bangkok Paiboon Pipe	Local Local Local

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
2.15	<u>Copper Tube</u> Cambridge Nibco Mueller Yorkshire Kembla Poongsan Sampo	USA USA USA UK Australia Korea Korea
2.16	<u>Gate Valve and Ball Valve</u> Mueller Steam Watts Nibco Honeywell Kenedy Stockham	USA USA USA USA USA USA
2.17	<u>Butterfly Valve</u> Mueller Steam Keystone Ebro Crane Tozen Honeywell Belimo	USA USA Germany UK Japan USA Switzerland
2.18	<u>Globe Valve</u> Honeywell Stockham Nibco	USA USA USA
2.38	<u>Galvanized Steel Sheet</u> Thai Galvanized Steel Singha BSP Blue Scope Truzinc	Local Local Local Local
2.39	<u>Prefabricated Duct</u> ESCO Duct ARM Duct AS&D	Local Local Local

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
2.40	<u>Flexible Duct</u> Aeroduct ARMduct AS&D	Local Local Local
2.41	<u>Diffusers, Grilles & Louvers</u> Komfort Flow Flothru ESCO Flow Stream Air AS&D	Local Local Local Local Local
2.42	<u>Fiberglass Insulation</u> SFG Insulation Micro-Fiber	Local Local
2.43	<u>Calcium Silicate</u> Promat Asahi (ASK)	Germany Japan
2.44	<u>Air Filter</u> AAF Farr Air Guard SPX Vokes-Air EST Flame Gard (Kitchen Grease Filter)	USA USA USA Switzerland USA USA
2.45	<u>Low Voltage Circuit Breaker</u> Cutler-Hammer GE Square-D Siemens AEG Klockner-Moeller Merlin Gerin ABB	USA USA USA Germany Germany Germany France Italy
2.46	<u>Safety Switch</u> Cutler-Hammer GE Square-D Siemens	USA USA USA Germany

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
2.47	<u>Contactors and Control Relay</u> Siemens AEG Fuji Mitsubishi Finder Telemecanique ABB	Germany Germany Japan Japan Italy France France
2.48	<u>Metering and Associated Equipments</u> Janitza Gossen Fuji Mitsubishi Crompton Cutler-Hammer Siemens Celza Square-D	Germany Germany Japan Japan UK USA Germany Spain USA
2.49	<u>LV Current Transformer</u> Gossen Crompton Cutler-Hammer Siemens Fuji Mitsubishi	Germany UK USA Germany Japan Japan
2.50	<u>Electric Motor</u> US Motor Reliance Newman Brook - Crompton Baldor Siemens ABB	USA USA UK UK USA Germany Sweden
2.51	<u>Electrical Conduit</u> Panasonic/Matsushita TAS RSI	Local Local Local

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
2.52	<u>Electrical Conductor</u> Phelpsdodge Thai Yazaki Bangkok Cable GEC	Local Local Local Local
2.53	<u>LV Switchboard Local Manufacturer</u> Siam Industry PMK SCI Tusco E.S. International Centerpoint Industry Asefa SMD TIC	Local Local Local Local Local Local Local Local Local
2.54	<u>Variable Speed Controller</u> Danfoss Reliance Allen-Bradley Siemens ABB Telemecanique Trane	Denmark USA USA Germany Sweden, Switzerland France USA
2.55	<u>Air Curtain</u> Panasonic Mitsubishi ACME Green Heck	Japan Japan USA USA
2.56	<u>Fire Barrier System</u> Hilti 3M	USA USA
2.57	<u>Smoke Damper and Fire Damper</u> Green Heck Ruskin Pottorff Belimo	USA USA USA Switzerland
2.58	<u>Centrifugal Separator</u> Grisworld Lakos	USA USA

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
2.60	<u>Timer Switch</u> Legrand Johnson control	Japan Germany USA
	<u>Timer Switch</u> National Legrand Johnson control	Japan Germany USA

หมวด 16
งานระบบสุขาภิบาลและดับเพลิง

ส่วนที่ 1.

ข้อกำหนดและความต้องการทางด้านเทคนิค

1. ขอบเขตของงาน

- 1.1 ขอบเขตของงานครอบคลุมถึงการจัดหา ติดตั้ง และทดสอบเครื่อง อุปกรณ์ระบบสุขาภิบาล ซึ่งติดตั้งทั้งภายนอกและภายในอาคารดังแสดงไว้ในแบบและข้อกำหนด เพื่อให้ได้งานสมบูรณ์และถูกต้อง
- 1.2 ระบบสุขาภิบาลประกอบด้วยรายการดังต่อไปนี้.-
- ก. ระบบประปา
 - ข. ระบบท่อโสโครก, น้ำเสียและท่ออากาศ
 - ง. ระบบระบายน้ำฝนในอาคาร
 - จ. ระบบผลิตและจ่ายน้ำดื่ม
 - ฉ. ระบบรวบรวมน้ำเสีย (ภายในขอบเขตสัญญา)
 - ช. ระบบไฟฟ้าสำหรับงานสุขาภิบาล
 - ซ. ระบบระบายน้ำภายนอกอาคาร และบริเวณปลูกต้นไม้
- 1.3 ถึงสำรองน้ำประปาชั้นใต้ดินและถึงสำรองน้ำประปาที่หลังคาของเดิมจะต้องทำการตรวจสอบการรั่วซึมและทำการซ่อมแซมให้ใช้งานได้เป็นอย่างดี ก่อนส่งมอบงานจะต้องทำการล้างและฆ่าเชื้อโรคตามรายละเอียดประกอบแบบ
- ติดตั้งอุปกรณ์วัดระดับแบบ Mechanical เพิ่มเติม สำหรับถึงสำรองน้ำประปาชั้นใต้ดินและถึงสำรองน้ำประปาที่หลังคา
 - ภายในถึงติดตั้ง Level Switch 3 ระดับ (High, Intermediate, Low) เข้าสู่ระบบ BASตามรายละเอียดประกอบแบบ
- 1.4 ถึงระบบบำบัดน้ำเสียของเดิม จะต้องทำการล้างทำความสะอาด การ Start-up ระบบ เพื่อใช้งาน รวมอยู่ในขอบเขตงานของผู้รับจ้างด้วย

2. สถาบันมาตรฐาน

ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นมาตรฐานทั่วไปของวัสดุอุปกรณ์ การประกอบและการติดตั้งที่ระบุไว้ในแบบ และรายละเอียดประกอบแบบเพื่อใช้อ้างอิงสำหรับงานตามสัญญาในโครงการนี้ให้ถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้.-

- ก. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก)
- ข. American National Standard Institute (ANSI)
- ค. American Society of Plumbing Engineers (ASPE)
- ง. American Society of Testing Materials (ASTM)
- จ. American Water Works Association (AWWA)
- ฉ. Bangkok Metropolitan Authority (BMA)
- ช. British Standard (BS)
- ซ. The Engineering Institute of Thailand (EIT)
- ณ. Factory Mutual (FM)

- ญ. National Fire Protection Association (NFPA)
- ฎ. Metropolitan Waterworks Authority (MWA)
- ฏ. Underwriters' Laboratory Inc. (UL)

3. สถาบันตรวจสอบ

ในกรณีที่ต้องทดสอบคุณภาพ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้งานตามสัญญาฯ อนุมัติให้ทดสอบในสถาบันดังต่อไปนี้.-

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

4. ข้อกำหนดการจัดทำคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์

หนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์ เป็นเอกสารประกอบการส่งมอบงาน ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมเข้าแฟ้มปกแข็งให้เรียบร้อย ส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงานโดยรายละเอียดที่ต้องดำเนินการจัดเตรียมให้จัดเป็นภาค (Volume) ตามหัวข้อดังต่อไปนี้

ระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย (Accumulated and Waste Water Treatment System)

- ภาคที่ 1 การใช้งานของระบบ (System Operation)
- ภาคที่ 2 เครื่องจักรหลัก (Main Equipment)
- ภาคที่ 3 ท่อน้ำ วาล์ว และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ
- ภาคที่ 4 อุปกรณ์ระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย (Accumulated and Waste Water Treatment Equipment)
- ภาคที่ 5 อุปกรณ์ประกอบควบคุม (Automatic Control Equipment)
- ภาคที่ 6 งานไฟฟ้าสำหรับระบบ ประกอบด้วย
 - Motor Control Center & Controller
 - อุปกรณ์ประกอบอื่น (Material & Accessories)

ระบบสุขาภิบาล (Sanitary System)

- ภาคที่ 1 การใช้งานของระบบ (System Operation)
- ภาคที่ 2 เครื่องจักรหลัก (Main Equipment)
- ภาคที่ 3 ท่อน้ำ วาล์ว และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ
- ภาคที่ 4 อุปกรณ์ระบบสุขาภิบาล(Sanitary Equipment)
- ภาคที่ 5 อุปกรณ์ประกอบควบคุม (Automatic Control Equipment)
- ภาคที่ 6 งานไฟฟ้าสำหรับระบบ ประกอบด้วย
 - Motor Control Center & Controller
 - อุปกรณ์ประกอบอื่น (Material & Accessories)

ส่วนที่ 2.

วาล์วระบบสุขาภิบาล

Valves and Accessories

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งวาล์วที่มีคุณสมบัติและลักษณะที่ถูกต้องทั้งทางด้านเทคนิคและข้อกำหนดให้เป็นไปตามแบบและรายการ จนสามารถใช้งานได้ และสมบูรณ์ตามที่ต้องการ
- 1.2 วาล์วที่ไม่ได้แสดงไว้ในแบบ แต่มีความจำเป็นและทำให้ระบบสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งให้ด้วยโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ เพิ่มขึ้น
- 1.3 วาล์วที่มีลักษณะเดียวกัน จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน และต้องเป็นแบบที่มีลักษณะ คุณสมบัติเหมาะสมที่ใช้กับของเหลวในระบบ
- 1.4 วาล์วต้องสามารถทนแรงดันใช้งาน (W.O.G. Pressure Rating) ได้ไม่น้อยกว่าแรงดันใช้งานในระบบโดยจะต้องผ่านการทดสอบแรงดันไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของแรงดันใช้งาน (W.O.G. Pressure Rating) จากผู้ผลิต
- 1.5 วาล์วทุกชนิด ยกเว้นวาล์วควบคุม (Control Valve) ต้องมีขนาดเท่ากับท่อที่อุปกรณ์ติดตั้งอยู่
- 1.6 โดยทั่วไปวาล์วที่ติดตั้งบนท่อในแนวนอน (Horizontal Pipe) ต้องให้ก้านวาล์วอยู่ในแนวตั้ง เว้นแต่จะมีสาเหตุจำเป็นหรืออุปสรรคในการติดตั้งหรือใช้งาน จึงอนุญาตให้ก้านวาล์วติดตั้งอยู่ในแนวเอียงได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพิจารณา และอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน เป็นแต่ละกรณีไป
- 1.7 วาล์วที่ต้องเปิด-ปิดขณะใช้งานบ่อย หากสามารถทำได้ต้องติดตั้งให้วาล์วอยู่สูงไม่เกิน 1.50 เมตร (5 ฟุต) จากพื้น
- 1.8 วาล์วที่ติดตั้งในที่สูงเหนือศีรษะไม่สามารถใช้มือหมุนพวงมาลัยได้จะต้องติดตั้งโซ่ที่พวงมาลัย (Chain Operated Handwheels) พร้อมห่วงกันโซ่หลุดทำจากวัสดุไม่เกิดสนิม ปลายโซ่ห้อยลงมาสูงจากพื้นประมาณ 1.00 เมตร (3 ฟุต) พร้อมที่คล้องโซ่ในตำแหน่งที่เหมาะสม

2. Gate Valve

- 2.1 Gate Valve ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) จนถึงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ตัววาล์วทำด้วย Bronze แบบ Screw Bonnet, Rising Stem, Solid Wedge, Screw Ends
- 2.2 Gate Valve ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่าตัววาล์วทำด้วย Cast-Iron, Bolted Bonnet, Bronze Trimmed, Outside Screw and Yoke, Rising Stem, Solid Wedge, Flanged Ends

3. Swing-Check Valves (Spring Loaded)

ใช้สำหรับเครื่องสูบน้ำเสียเท่านั้น

- 3.1 Check Valves เป็นแบบ Swing Type Check Valve สามารถติดตั้งใช้งานได้ทั้งแนวนอนและแนวตั้ง การทำงานของลิ้นวาล์วเป็นแบบ Spring Loaded Swing Type Disk และสามารถใช้งานได้ดีโดยลิ้นวาล์วไม่ติดขัดหรือค้างอยู่และต้องปิดสนิทเมื่อมีการไหลย้อนกลับของน้ำ โดยไม่เกิดเสียงดังและการสั่นสะเทือน
- 3.2 Check Valves ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่าทำด้วย Bronze ยึดข้อต่อโดยใช้เกลียว (Threaded Ends) ลักษณะตัววาล์วเป็นแบบ Full Area Globe-Pattern
- 3.3 Check Valves ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่าทำด้วย Cast-Iron Swing Pattern Stainless Steel and Disk ชนิดมีหน้าแปลน (Flanged Ends) ยึดข้อต่อแบบหน้าแปลน (Flanged Connection)

4. Silent-Check or Duo Disk Valve (Spring Closed Type)
 - 4.1 Silent-Check or Duo Disk Valve ให้ติดตั้งในตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบและในตำแหน่งที่ไม่ต้องการให้เกิดเสียงดังหรือการกระแทกของน้ำ โดยปกติแล้วให้ติดตั้งที่ทางด้านน้ำส่งของเครื่องสูบน้ำ ลิ้นวาล์วจะปิดสนิทด้วยสปริง (Spring Closed Type)
 - 4.2 ลิ้นวาล์วทำด้วย Aluminium Bronze บ่าวาล์วทำด้วย Buna-N และสปริงทำด้วย Bronze หรือ Stainless Steel
 - 4.3 Silent-Check Valves ที่มีขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) จนถึงขนาด 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ทำด้วย Bronze ยึดข้อต่อโดยใช้เกลียว (Threaded Connection)
 - 4.4 Silent-Check Valve ที่มีขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่าทำด้วย Cast-Iron หรือ Cast-Steel ชนิดยึดข้อต่อแบบหน้าแปลน (Flanged Connection)
5. Butterfly Valve
 - 5.1 Butterfly Valve สำหรับใช้กับท่อน้ำระบบประปาที่มีขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) หรือใหญ่กว่า
 - 5.2 ใช้ Butterfly Valve แทนวาล์วประตูน้ำ (Gate Valve) ในกรณีที่ไม่สามารถติดตั้งได้หรือพื้นที่ไม่เพียงพอ ใช้งานไม่สะดวกหรือติดตั้งไม่สะดวก
 - 5.3 ตัววาล์ว (Body) ทำด้วย Cast-Iron หรือ Ductile Iron เป็นแบบ Fully Lug Type Body
 - 5.4 Disc ทำด้วย Stainless Steel หรือ Aluminium Bronze ที่มีความแข็งแรงไม่ทำให้เสียรูปง่าย หรือบิดงอ
 - 5.5 Shaft เป็นแบบ Through-Shaft Design, ทำด้วย Stainless Steel
 - 5.6 Compound Rubber Seat Ring จะต้องมียึดกับขั้วและทนทานต่อการสึกกร่อน และปิดได้สนิท
 - 5.7 Molded-In "O" Ring จะต้องออกแบบมาใช้กับการประกอบหน้าแปลนโดยไม่ต้องใช้ปะเก็น (Gaskets) และไม่มีการรั่วไหล
 - 5.8 วัสดุประกอบที่เป็นยางทุกส่วนจะต้องใช้งานเหมาะสมกับของเหลวที่อยู่ในระบบ
 - 5.9 Lever Operated Valve ใช้กับวาล์วขนาด 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) และเล็กกว่า
 - 5.10 Hand Wheel Gear-Operated Valve ใช้กับวาล์วที่มีขนาดใหญ่มากกว่า 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) ขึ้นไป
 - 5.11 Position Indicator จะต้องประกอบติดมากับตัววาล์วเพื่อแสดงตำแหน่งของลิ้นวาล์ว
6. Ball Valves
 - 6.1 Ball Valves มีลักษณะเป็นแบบ Ball Pattern Full Bore Type
 - 6.2 Ball ทำด้วย Brass Chromium Plated
 - 6.3 Ball Valves ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่า ตัวเรือนทำด้วย Bronze มีข้อต่อแบบเกลียว (Threaded Ends) และยึดข้อต่อโดยใช้เกลียว (Threaded Connection) ตามมาตรฐาน ASTM B62
 - 6.4 Ball Valve ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่า ตัวเรือนทำด้วย Carbon Steel ตามมาตรฐาน ASTM A-216
 - 6.5 ก้านหมุนขณะเปิดให้น้ำผ่านได้เต็มที่ ต้องอยู่ในแนวขนานกับท่อน้ำเข้า-ออก
 - 6.6 Ball Valves ต้องเป็นชนิด สามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 862 กิโลปาสกาล (125 ปอนด์ต่อ ตารางนิ้ว)

ส่วนที่ 3.
วัสดุท่อน้ำและข้อต่อต่าง ๆ
Pipe and Fittings Material

1. ท่อน้ำประปา (Cold Water)

- 1.1 ท่อน้ำประปา ส่วนในอาคารให้ใช้ท่อ Poly Propylene Random (PP-R) ภายใต้อาณัติมาตรฐาน DIN 8077/78 and ISO 15874
- 1.2 ข้อต่อ (Fittings) เป็นแบบชนิดเชื่อมด้วยความร้อน หรือ เป็นแบบ Mechanical Coupling และในการต่อเข้ากับอุปกรณ์หลักจะต้องทำการเชื่อมต่อด้านหน้าแปลน โดยเฉพาะวัสดุข้อต่อ ต่าง ๆ จะต้องเป็นวัสดุประเภทเดียวกับวัสดุท่อน้ำตามมาตรฐานผู้ผลิต ภายใต้อาณัติมาตรฐาน DIN 16962-5
- 1.3 การต่อท่อเข้ากับข้อต่อที่เป็นชนิดเกลียวจะต้องพันเกลียวด้วย PTFE (Teflon) Tape เท่านั้น
- 1.4 ข้อต่อ จำพวกยูเนียน (Unions) จะต้องใช้ Rubber "O" Ring Seals ประกอบอยู่ด้วย
- 1.5 กำหนดให้ใช้ท่อชั้นความหนา SDR 11 (PN10) สำหรับท่อที่มีขนาดใหญ่กว่า 25 มิลลิเมตร และชั้นความหนา SDR 6 (PN20) สำหรับท่อที่มีขนาดเล็กกว่า 25 มิลลิเมตร
- 1.6 วิธีเชื่อมต่อท่อแบบต่างๆ การซ่อมแซมรอยเชื่อมที่ชำรุดและการยืดแวนท่อน้ำเป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด
- 1.7 หน้าแปลน (Galvanized Steel Flanges) ที่นำมาใช้งานจะต้องเลือกให้เหมาะสม และทนแรงดันใช้งานได้ สูงสุดของระบบ
- 1.8 น๊อต, สกรู, และแหวน จะต้องทำด้วย Stainless Steel
- 1.9 ท่อน้ำประปาเข้าอาคาร ,ท่อเมนส่วนที่เดินฝังดิน และส่วนที่อยู่นอกอาคารทั้งหมดให้ใช้ท่อโพลีเอทิลีน (HDPE) ตามมาตรฐาน DIN 8074, 8075 Class PN16

2. ท่อน้ำโสโครก ท่อน้ำทิ้ง (Soil, Waste and Drain Water Pipes)

- 2.1 ท่อน้ำโสโครก ท่อน้ำทิ้ง (Soil ,Waste and Drain Water Pipes) ให้ใช้ท่อ Polyvinyl Chloride Pipe (PVC Pipe) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่ มอก. 17-2532 Class 8.5
- 2.2 ข้อต่อ (Fittings) สำหรับใช้กับท่อ PVC เป็นแบบ Injection Molded ชนิดหนา ใช้กับท่อ PVC โดยเฉพาะวัสดุข้อต่อ ต่างๆจะต้องเป็นวัสดุประเภทเดียวกับวัสดุท่อน้ำ
- 2.3 การต่อท่อเข้ากับข้อต่อที่เป็นชนิดเกลียวจะต้องพันเกลียวด้วย PTFE (Teflon) Tape เท่านั้น
- 2.4 ข้อต่อ จำพวกยูเนียน (Unions) จะต้องใช้ Rubber "O" Ring Seals ประกอบอยู่ด้วย
- 2.5 ข้อต่อชนิดที่ไม่มีเกลียว แต่เป็นการต่อสวมเข้ากับท่อโดยปลายท่อที่จะสวมใส่จะต้องทำความสะอาดและขัดให้ผิวหน้าหยาบเสียก่อนแล้วทาด้วยน้ำยาทาท่อพีวีซี ตามคำแนะนำของผู้ผลิตแล้วจึงต่อท่อเข้าและกดให้แน่นรองจนกว่าน้ำยาจะแข็งตัวจึงปล่อยมือ

3. ท่อน้ำโสโครก ท่อน้ำทิ้ง (Soil, Waste and Drain Water Pipes)

- 3.1 ท่อระบายอากาศ (Vent Pipe) ให้ใช้ท่อ Polyvinyl Chloride Pipe (PVC Pipe) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม ที่ มอก. 17-2532 Class 8.5
- 3.2 ข้อต่อ (Fittings) สำหรับใช้กับท่อ PVC เป็นแบบ Injection Molded ชนิดหนา ใช้กับท่อ PVC โดยเฉพาะวัสดุข้อต่อ ต่าง ๆ จะต้องเป็นวัสดุประเภทเดียวกับวัสดุท่อน้ำ

- 3.3 การต่อท่อเข้ากับข้อต่อที่เป็นชนิดเกลียวจะต้องพันเกลียวด้วย PTFE (Teflon) Tape เท่านั้น
 - 3.4 ข้อต่อ จำพวกยูเนียน (Unions) จะต้องมี Rubber "O" Ring Seals ประกอบอยู่ด้วย
 - 3.5 ข้อต่อชนิดที่ไม่มีเกลียว แต่เป็นการต่อสวมเข้ากับท่อโดยปลายท่อที่จะสวมใส่จะต้องทำความสะอาดและขัดให้ผิวหน้าหยาบเสียก่อนแล้วทาด้วยน้ำยาทาท่อพีวีซี ตามคำแนะนำของผู้ผลิตแล้วจึงต่อท่อเข้าและกดให้แน่นรองจนกว่าน้ำยาจะแข็งตัวจึงปล่อยมือ
 - 3.6 การต่อท่อระบายอากาศเข้ากับท่อน้ำโสโครก หรือท่อน้ำทิ้ง (ชนิดท่อเหล็กหล่อปากกระซัง) ให้ใช้ข้อต่อหรือ ข้อลดทำด้วยเหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Malleable Cast-Iron) เป็นตัว Adapter
4. ท่อน้ำทิ้งจากห้องครัว (Kitchen Waste)
 ท่อน้ำทิ้งจากห้องครัวให้ใช้เป็นท่อ Polyvinyl Chloride (PVC) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก. 17- 2523 ประเภท 13.5

ส่วนที่ 4. อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำระบบสุขาภิบาล Piping Accessories

1. ความต้องการโดยทั่วไป
 - 1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำในระบบสุขาภิบาลที่มีคุณสมบัติ และลักษณะที่ถูกต้องทางด้านเทคนิคและข้อกำหนดให้เป็นไปตามแบบ และรายการจนสามารถใช้งานได้และสมบูรณ์ตามที่ต้องการ
 - 1.2 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำต่าง ๆ ที่มีได้แสดงไว้ในแบบ แต่มีความจำเป็นและทำให้ระบบสมบูรณ์ดียิ่งขึ้นจะต้องจัดหาและติดตั้งให้ด้วย
 - 1.3 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำที่มีลักษณะเดียวกันจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน
 - 1.4 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำจะต้องเป็นแบบที่มีลักษณะและคุณสมบัติที่เหมาะสมที่ใช้กับของเหลวในระบบ
 - 1.5 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำจะต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของแรงดันสูงสุดในระบบ หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบและรายการ
 - 1.6 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำที่มีความจำเป็นจะต้องอ่านค่า หรือบำรุงรักษาเป็นประจำจะต้องติดตั้งไว้ในที่ซึ่ง สามารถเข้าถึงได้ง่ายและสะดวก
2. Flexible Pipe Connection (ข้อต่ออ่อน)
 - 2.1 ข้อต่ออ่อนสำหรับต่อด้านน้ำเข้า-ออกจากเครื่องสูบน้ำเป็นแบบ Reinforced Neoprene Rubber (Bellow Type) สามารถทนแรงดันใช้งาน (W.O.G. Pressure Rating) ได้ไม่น้อยกว่า 2,068 กิโลปาสกาล (300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ที่อุณหภูมิใช้งานไม่เกิน 77 องศาเซลเซียส (170 องศาฟาเรนไฮท์)
 - 2.2 ข้อต่ออ่อนที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่ามีข้อต่อแบบเกลียว (Threaded Ends) และยึดข้อต่อโดยใช้เกลียว (Threaded Connection)
 - 2.3 ข้อต่ออ่อนที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่ามีข้อต่อแบบหน้าแปลน (Flanged Ends) และยึดข้อต่อโดยใช้หน้าแปลน (Flanged Connection)
 - 2.4 การติดตั้งแบบต่อโดยใช้หน้าแปลนต้องมี Guide และ Stopper เพื่อป้องกันการเสียหายอันเนื่องมาจากการยืดตัวของข้อต่ออ่อน

- 2.5 ส่วนข้อต่ออ่อนที่ติดตั้งในที่อื่น ๆ สำหรับจุดที่อาจเกิดการเคลื่อนตัวของท่อในกรณีที่เกิดเหตุสุดวิสัยไม่เท่ากัน (Differential Settlement) ไม่ว่าจะแสดงในแบบหรือไม่ก็ตาม
- 2.5.1 สำหรับระบบท่อน้ำประปาใช้เป็นชนิดสแตนเลสลัก (Stainless Flexible Joint) และมี Bellow ภายใน
- 2.5.2 สำหรับระบบท่อดำน้ำ ท่อน้ำทิ้งและท่อน้ำฝน ให้ใช้เป็นแบบ Flexible Rubber Joint หรือแบบอื่น ที่สามารถให้ระยะการเคลื่อนตัวได้ไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร (Axial Movement) โดยถ้าท่อเดิน ผังดินให้ใช้เป็นชนิด Underground มีวงแหวนเสริมความแข็งแรง (Reinforced Ring) และสามารถทนแรงกดทับของดินได้ลึกไม่น้อยกว่า 1 เมตร โดยไม่เสียรูป
3. Expansion Joints (ข้อต่อแบบยืดและหดตัว)
- 3.1 Expansion Joints เป็นชนิด Pack less Construction Externally Pressurized Guide Expansion Connector
- 3.2 Expansion Joints ใช้ติดตั้งในระบบท่อน้ำซึ่งมีการยึดตัวและหดตัวของท่อ และในระบบท่อน้ำซึ่งไม่สามารถติดตั้ง Expansion Loops หรือ Offsets ได้
- 3.3 จุดตรึงยึดที่แน่นหนา (Anchors and Pipe Guides) จุดตรึงยึดจะต้องติดตั้งในตำแหน่งที่ถูกต้อง เหมาะสมตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงาน
- 3.4 Expansion Joints เป็นชนิดหน้าแปลนต้องทนแรงดันใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของ Working Pressure หรือตามที่ระบุในแบบ
- 3.5 ท่อน้ำแรงดัน เช่น ท่อประปา ที่ยาวต่อเนื่องกันเกิน 50 เมตร และมีได้ติดตั้งแบบฝังในดิน ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งข้อต่อแบบยืด และหดตัว เพื่อรองรับการขยายหรือหดตัวของท่อ อันเนื่องจากอุณหภูมิภายนอก ทั้งที่แสดงในแบบ หรือไม่ได้แสดงในแบบก็ตาม ทุกระยะไม่เกิน 100 เมตร หรือตามหลักวิศวกรรมที่ดี
4. Strainers (อุปกรณ์ดักผง)
- 4.1 Strainers ใช้สำหรับต่อต้านน้ำเข้าเครื่องสูบน้ำและที่อื่น ๆ ตามที่แสดงในแบบ ตัวสเตรนเนอร์เป็นแบบ Y- Pattern
- 4.2 Strainers ขนาด 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่า ทำด้วย Bronze แบบ Screwed End
- 4.3 Strainer ขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่า ทำด้วย Cast-Iron แบบ Flanged End
- 4.4 แผ่นตะแกรงดักผงทำด้วย Stainless Steel สามารถถอดออกล้างได้โดยไม่ต้องถอด Strainers ออกจาก ระบบท่อน้ำ แผ่นปิดท้ายตะแกรงของ Strainer ที่มีขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่าต้องติดตั้งวาล์วสำหรับระบายตะกอนทั้งขนาดไม่เล็กกว่า 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) พร้อมทั้งมีท่อน้ำและฝาปิด (Cap) ปลายท่อทั้งไว้ด้วย
- 4.5 Strainers ต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของ Working Pressure หรือตามที่ระบุใน แบบ
- 4.6 ขนาดของรูตะแกรงดักผงจะต้องมีขนาดดังนี้:-
- | ขนาดสเตรนเนอร์
มิลลิเมตร (นิ้ว) | ขนาดรู
มิลลิเมตร |
|--|---------------------|
| 20 ถึง 50 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว ถึง 2 นิ้ว) | 0.75 |
| 65 ถึง 150 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว ถึง 6 นิ้ว) | 1.50 |
| 200 ถึง 300 มิลลิเมตร (8 นิ้ว ถึง 12 นิ้ว) | 3.00 |
| ใหญ่กว่า 300 มิลลิเมตร (ใหญ่กว่า 12 นิ้ว) | 6.00 |
5. Floor Drain (ช่องระบายน้ำจากพื้น)
- 5.1 Floor Drain หรือช่องระบายน้ำจากพื้น ตัวเรือนทำด้วยเหล็กหล่อ (Cast-Iron) มีปีกโดยรอบป้องกันน้ำรั่ว จากพื้นและมีฝาปิดหรือช่องระบายน้ำ ทำด้วยทองเหลืองขัดมัน หรือทองเหลืองชุบโครเมียม ผู้รับจ้างต้อง ส่งตัวอย่างขออนุมัติ
- 5.2 ลวดลายของช่องระบายน้ำจากพื้น จะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อนการติดตั้ง

- 5.3 ฝาปิดช่องระบายน้ำจากพื้น จะต้องมีการกั้นยาวพอที่สามารถปรับระดับสูง-ต่ำให้เข้ากับพื้นตามความต้องการ การได้
- 5.4 Floor Drain หรือช่องระบายน้ำจากพื้นให้ใช้ผลิตภัณฑ์ภายในประเทศที่มีคุณภาพการใช้งานเทียบเท่ากับที่ระบุไว้ในแบบรายละเอียด
6. Roof Drain (ช่องระบายน้ำฝน)
 - 6.1 Roof Drain หรือช่องระบายน้ำฝน ตัวเรือนทำด้วยเหล็กหล่อ (Cast-Iron) มีปีกโดยรอบป้องกันน้ำรั่วจาก พื้นมีช่องระบายน้ำทำด้วยเหล็กหล่อ (Cast-Iron) เช่นเดียวกัน
 - 6.2 ลวดลายของช่องระบายน้ำฝน จะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อนทำการติดตั้ง
 - 6.3 Roof Drain หรือช่องระบายน้ำฝนจะต้องทำการติดตั้งให้เรียบร้อยและได้ระดับถูกต้องก่อนการเทคอนกรีต
 - 6.4 Roof Drain หรือช่องระบายน้ำฝนให้ใช้ผลิตภัณฑ์ภายในประเทศที่มีคุณภาพการใช้งานเทียบเท่ากับที่ระบุไว้ในแบบรายละเอียด
7. Floor Cleanout (ช่องสำหรับทำความสะอาดท่อ)
 - 7.1 Floor Cleanout หรือช่องสำหรับทำความสะอาดท่อตัวเรือนทำด้วยเหล็กหล่อ (Cast-Iron) มีฝาปิดทึบ แบบเกลียวทำด้วยทองเหลืองขัดมันหรือทองเหลืองชุบโครเมียม ผู้รับจ้างต้องส่งตัวอย่างขออนุมัติ
 - 7.2 ฝาปิดช่องสำหรับทำความสะอาดท่อ จะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อนการติดตั้ง
 - 7.3 ฝาปิดช่องสำหรับทำความสะอาดท่อจะต้องมี 2 รูต้น ๆ แบบไม่ทะลุหรือแบบสไลด์เลื่อนขึ้นไว้ สำหรับในการใช้เครื่องมือเปิด-ปิดฝาได้
 - 7.4 Floor Cleanout หรือช่องสำหรับทำความสะอาดท่อให้ใช้ผลิตภัณฑ์ภายในประเทศที่มีคุณภาพการใช้งาน เทียบเท่ากับที่ระบุไว้ในแบบรายละเอียด
8. Drain Valves (วาล์วระบายน้ำ)
 - 8.1 Drain Valves เป็นแบบ Plug-Type ให้ติดตั้งในตำแหน่งที่ต่ำสุดของระบบท่อน้ำไว้ สำหรับเปิดได้ผ่งและ ตะกอนออกจากระบบท่อน้ำหรือเมื่อมีความจำเป็นอื่น ๆ
 - 8.2 Drain Valves จะต้องติดตั้งในตำแหน่งที่สามารถเข้าถึงได้โดยง่ายและสะดวกในการบำรุงรักษา
 - 8.3 Drain Valves จะต้องมีความเหมาะสมกับระบบท่อนั้น ๆ
 - 8.4 จะต้องต่อท่อจาก Drain Valves ไปทิ้งไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสมและไม่เป็นอันตราย เช่น บ่อพักน้ำทิ้ง, รางระบายน้ำทิ้ง ฯลฯ หรือตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงาน
 - 8.5 ท่อที่ต่อจาก Drain Valves นี้จะต้องจับยึดให้แน่นหนาไม่ให้เกิดการสั่นของท่อเมื่อปล่อยน้ำทิ้งอย่างรวดเร็ว
9. Bolts, Nuts, and Washers (สกรู น็อต และแหวน)

อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำต่าง ๆ ที่มีการต่อกันท่อแบบหน้าแปลนซึ่งจะต้องมี Bolts, Nuts และ Washers ยึดประกอบ รวมอยู่ด้วยกัน กำหนดให้ Bolts, Nuts และ Washer ทำด้วย Cadmium-Plated Steel ระหว่างหน้าแปลนทั้งสอง ประกอบอยู่จะต้องมีประกั้นยางสังเคราะห์สอดใส่อยู่ด้วย
10. สายอ่อนชำระ

ตัวสายทำด้วยพลาสติกเสริมความแข็งแรงด้วยใยไนล่อน อุปกรณ์ที่ประกอบเป็นชุดของสายอ่อนชำระเช่น Spray Head, ตัวสาย, Fittings ต้องสามารถทนแรงดันใช้งานในระบบได้ไม่น้อยกว่า 550 กิโลปาสกาล (80 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

11. สายอ่อนเข้าเครื่องสุญญากาศ
ตัวสายทำด้วยยางสังเคราะห์แล้วถักเพื่อเสริมความแข็งแรงด้วย Stainless Steel Braiding ขนาดของสายต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว) และสามารถทนแรงดันใช้งานในระบบได้ไม่น้อยกว่า 550 กิโลปาสกาล (80 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)
12. Stop Valve
วาล์วเป็นแบบ Angle Valve ขูบด้วยโครเมียม ตัววาล์วต้องสามารถทนแรงดันในระบบได้ไม่น้อยกว่า 550 กิโล ปาสกาล (80 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

ส่วนที่ 5.
ข้อกำหนดเกี่ยวกับการติดตั้ง
Piping Installation

1. ความต้องการทั่วไป
การติดตั้งท่อน้ำ จะต้องติดตั้งให้แนวท่อน้ำมีแนวขนานและตั้งฉากกับอาคาร แนวผนังของอาคารและแนวผนังของ ฝ้ากันส่อมอย่าให้เฉหรือเอียงจากแนวอาคาร ทิศทางการไหลของน้ำหรือการระบายน้ำทั้งจะต้องให้ท่อน้ำมีความลาดเอียงไม่น้อยกว่า 1:500 ท่อแยกที่ต่อแยกออกจากท่อเมนจะต้องต่อท่อแยกออกในลักษณะที่สามารถระบายน้ำ ทั้งและไล่อากาศออกจากท่อได้ทั้งหมด การเปลี่ยนขนาดของท่อน้ำ ณ จุดใด ให้ใช้ข้อลดแบบเฉียงเพื่อการระบาย อากาศออกได้ยกเว้นท่อน้ำที่ติดตั้งในแนวตั้ง (Vertical Pipes) ให้สามารถใช้ข้อลดแบบกลมได้ การติดตั้งท่อน้ำ เมื่อติดตั้งท่อน้ำครบวงจร (Water Circuits) แล้วทุกวงจร (All Circuits) จะต้องสามารถระบายน้ำ ทั้งออกจากวงจรนั้นได้ทั้งหมด และหรือสามารถไล่อากาศออกจากระบบท่อน้ำของวงจรเหล่านั้นได้ทั้งหมดอีกด้วย ช่องว่างระหว่างท่อน้ำและอุปกรณ์หรือเครื่องจักร จะต้องเผื่อที่ไว้ให้เพียงพอสำหรับการเข้าไปบำรุงรักษา ช่องว่างเหนือท่อน้ำและช่องเปิดบริการจะต้องมีที่ไม่น้อยกว่า 600 มิลลิเมตร (24 นิ้ว) และที่ซึ่งติดตั้งวาล์วควรหลีกเลี่ยง ไม่ให้กั้นวาล์วทิศทางขึ้นช่องเปิดบริการ (Access Ways) การติดตั้งท่อน้ำและเครื่องสูบน้ำจะต้องติดตั้งและจัดให้มีระยะพอเพียงสำหรับเข้าไปเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อนำออกมาซ่อมแซมแก้ไขได้ เพื่อให้การใช้งานของ ระบบต่าง ๆ มีประสิทธิภาพที่ดีควรเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ และข้อต่อท่อน้ำติดตั้งไว้ด้วย การติดตั้งท่อน้ำให้ได้ท่อน้ำที่ตรงและต่อเนื่องยาวที่สุดเท่าที่สามารถจะทำได้ ยกเว้นจะมีข้อต่อหรือท่อแยกหรือท่อ รวม (Headers) ซึ่งจะทำให้การต่อท่อด้วยวิธีเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สหรือต่อด้วยเกลียว แล้วแต่กรณีซึ่งได้รับการอนุมัติ แล้วหรือได้แสดงไว้ในข้อกำหนดนี้
2. การต่อท่อร่วมระหว่างระบบ (Cross Connection and Interconnections)
ข้อห้ามในการต่อท่อร่วมระหว่างระบบท่อ ระบบท่อน้ำที่ใช้ในการบริโภคนั้นห้ามต่อบรรจบกับระบบท่อโสโครกและ ท่อน้ำทั้งเป็นอันตราย หากแนวของท่อน้ำที่ใช้ในการบริโภคต้องเดินขนานหรือตัดแนวท่อโสโครก หรือท่อระบายน้ำ ทั้งแล้วแนวที่ขนานหรือตัดกันนั้น ท่อน้ำที่ใช้ในการบริโภคต้องอยู่เหนือท่อโสโครกหรือท่อระบายน้ำทั้งเป็นระยะไม่ น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว)
3. ลักษณะการเดินท่อ (Appearance)
ลักษณะการเดินท่อ การติดตั้งท่อต้องกระทำด้วยความปราณีต ปรากฏความเป็นระเบียบเรียบร้อยแก่สายตาการ เลี้ยว การหักมุม การเปลี่ยนแนวระดับ ต้องใช้ข้อต่อที่เหมาะสม ให้กลมกลืนกับลักษณะรูปร่างของอาคารในส่วน นั้น ๆ แนวท่อต้องให้ขนานหรือตั้งฉากกับอาคารเสมอ อย่าให้เฉหรือเอียงจากแนวอาคาร หากที่ใดต้องแขวนท่อจากเพดานหรือจากโครงสร้างเหนือศีรษะ และมีกำหนดตำแหน่งที่แน่นอนไว้ในแบบแล้วต้องแขวนท่อนั้นชิดข้างบนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทั้งนี้เพื่อมิให้ท่อนั้นเป็นที่กีดขวางแก่งัดติดตั้งที่เพดานหรือเหนือศีรษะ เช่น โคมไฟ ท่อลม ฯลฯ เป็นต้น ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแนวระดับท่อของระบบต่าง ๆ ให้แน่นอนเสียก่อน การติดตั้งระบบท่อ ระบบใดระบบหนึ่งเพื่อมิให้ท่อเหล่านั้นกีดขวางกัน

4. ฝีมืองาน (Workmanship)

ฝีมืองานผู้รับจ้างจะต้องใช้ช่างซึ่งชำนาญงานโดยเฉพาะในแต่ละประเภทมาปฏิบัติงานติดตั้งระบบท่อเครื่อง สุขภัณฑ์ และ อุปกรณ์ และต้องควบคุมการทำงานของช่างเหล่านี้ให้ดำเนินไปโดยชอบด้วยหลักปฏิบัติดังต่อไปนี้

- ก. การตัดท่อแต่ละท่อ ต้องให้ได้ระยะพอดีตามความต้องการที่ใช้งาน ณ จุดนั้น ๆ ซึ่งเมื่อต่อบรรจบกันแล้ว ต้องได้แนวท่อที่สม่ำเสมอไม่คดและคลาดเคลื่อนจากแนวไป
- ข. การติดตั้งท่อ ต้องวางในลักษณะที่เมื่อเกิดการหดตัวหรือขยายตัวของท่อ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิแล้วไม่ทำให้เกิดการเสียหายแก่ตัวท่อนั้นเอง หรือแก่สิ่งใกล้เคียง ระบบท่อที่มีการขยายตัวและหดตัวมากต้องจัดให้มี Expansion Loop หรือ Expansion Joint ในที่ ๆ จำเป็นและเหมาะสมด้วย ถึงแม้จะไม่ได้กำหนดไว้ในแบบแปลนก็ตาม
- ค. การตัดท่อ ให้ใช้เครื่องมือสำหรับตัดท่อโดยเฉพาะ และต้องคว้านปากท่อชุดเศษท่อที่ฝังติดค้างอยู่ปากท่อออกเสียให้หมด หากทำเกลียวต้องใช้เครื่องมือทำเกลียวที่มีฟันคม เพื่อให้ฟันเกลียวเรียบและได้ขนาดตามมาตรฐาน
- ง. ทันทึที่ที่ต้องเปลี่ยนแนวหรือทิศทางของท่อ ให้ใช้ข้อต่อตามความเหมาะสม (ข้อต่อ หมายถึง ข้อโค้ง ข้องอ สามตา ฯลฯ เป็นต้น) และหากมีการเปลี่ยนแปลงขนาดของท่อ ณ จุดใดให้ใช้ข้อลดเท่านั้น

5. การวางตำแหน่งของส่วนประกอบการเดินท่อ (Location of Device)

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

6. การเก็บรักษาท่อ (Storage and Cleaning)

การเก็บรักษาและการป้องกันการชำรุดบอบสลายของท่อน้ำและสุขภัณฑ์ระหว่างการติดตั้งให้ผู้รับจ้างปฏิบัติตาม แนวทางดังต่อไปนี้

- ก. ท่อน้ำควรเก็บไว้บนชั้นเหล็กที่เหมาะสมภายในโกดังที่มีหลังคาคลุมและฝาปิดไม่ควรวางกองกับพื้น เพื่อป้องกันการเกิดสนิมและมีเศษวัสดุอยู่ภายในท่อ สำหรับท่อเหล็กดำ (Carbon Steel Pipe) ควรทาสีป้องกันสนิมด้วย Red Lead Primer
- ข. ก่อนการติดตั้งท่อ จะต้องชะล้างภายในท่อเอาเศษผงออกให้หมด และเช็ดดูภายนอกท่อให้สะอาด
- ค. ปลายท่อทุกปลายควรใช้ปลั๊กอุดหรือฝาครอบเกลียวครอบไว้ หากต้องละจากงานต่อท่อในส่วนนั้นไป ชั่วคราว
- ง. ระหว่างการติดตั้งท่อ ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังและป้องกันไม่ให้เศษวัสดุต่าง ๆ ตกหล่นเข้าไปในท่อ และผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบความเสียหายที่เกิดขึ้น
- จ. หลังจากการติดตั้งแล้ว ถ้าเห็นว่ายังมีเกลียวเหลือไหลออกมาจากข้อต่อต่าง ๆ จะต้องทาสีที่เกลียวนั้นด้วย Zinc-Chromate Paint และถ้าหากการต่อท่อด้วยการเชื่อมไฟฟ้าจะต้องเคาะตะกั่วออก ใช้แปรงลวดขัด รอยเชื่อมและทาสีรอยเชื่อมด้วย Zinc-Chromate Paint ก่อนการเดินเครื่องหรือเดินระบบเกี่ยวกับท่อ น้ำภายในท่อน้ำทั้งระบบจะต้องทำการล้างด้วยน้ำให้ใสสะอาด
- ฉ. วาล์วน้ำข้อต่อ และส่วนประกอบอื่นสำหรับการติดตั้งท่อให้ตรวจดูภายในและทำความสะอาดภายในให้ทั่ว ถึงก่อนนำมาประกอบติดตั้ง
- ช. เครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ ให้หุ้มหรือคลุมกันไว้เพื่อป้องกันมิให้เกิดการแตกหักบอบสลาย
- ซ. เมื่อได้กระทำการติดตั้งเสร็จสมบูรณ์แล้วต้องตรวจดูความเรียบร้อย และทำความสะอาดเครื่องสุขภัณฑ์ และอุปกรณ์เหล่านี้อย่างทั่วถึง เพื่อส่งมอบงานให้แก่เจ้าของโครงการในสภาพที่ปราศจากตำหนิและข้อบกพร่องและใช้การได้ตามวัตถุประสงค์ของเจ้าของโครงการเป็นอย่างดี

7. การต่อท่อเข้าอุปกรณ์ (Connections to Equipment)
การต่อท่อเข้าเครื่องสูบน้ำ ถังน้ำและอุปกรณ์ต่าง ๆ จะต้องต่อท่อเข้าในลักษณะที่ไม่ให้เกิดมีแรงกดหรือแรงดึง ระหว่างท่อน้ำ และอุปกรณ์นั้น ให้ใช้ยูนิออนหรือหน้าแปลนต่อก่อนเข้าอุปกรณ์เหล่านั้นเพื่อการถอดอุปกรณ์ออกหรือ เคลื่อนย้าย
8. การขยายตัวและการหดตัวของท่อน้ำ (Expansion and Contraction)
การติดตั้งระบบท่อน้ำจะต้องติดตั้งในลักษณะที่เมื่อเกิดการหดตัวหรือการขยายตัวของท่อเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ แล้วไม่ทำให้เกิดการเสียหายขึ้นแก่ตัวท่อนั้นเองหรือแก่สิ่งใกล้เคียง ระบบท่อที่มีการขยายตัวและหด ตัวมากต้องจัดให้มี Expansion Loop หรือ Expansion Joint ในที่ ๆ จำเป็นและเหมาะสมด้วย ถึงแม้จะไม่ได้กำหนดไว้ในแบบแปลนก็ตาม
9. การทรุดตัวของท่อน้ำ (Differential Settlement)
การติดตั้งระบบท่อน้ำจะต้องติดตั้งในลักษณะที่เมื่อภายหลังเกิดการทรุดตัวของเหล็กยึดท่อ น้ำหรือการทรุดตัวของ ระดับพื้นที่ ไม่เท่ากัน จะต้องไม่เกิดอันตรายหรือความเสียหายกับท่อน้ำนั้น และปัญหานี้สามารถป้องกันได้โดยติดตั้งอุปกรณ์เสริม เช่น Flexible Connections หรือการเดินท่อ Offsets หรือการทำ Loops ในจุดที่คาดว่าจะจุดนั้นจะมี การทรุดตัวในอนาคต
10. ปลอกท่อลอด แผ่นปิดพื้น ผนังและเพดาน (Sleeves and Escutcheons)
 - 10.1 ปลอกท่อลอด (Sleeve and Block Out)
 - ก. การวาง Sleeve การตัดเจาะและการซ่อมแซมสิ่งกีดขวางหากมีสิ่งก่อสร้างใด ๆ กีดขวางแนว ของท่อแล้ว ผู้รับจ้างต้องแจ้งรายละเอียดให้แก่เจ้าของโครงการทราบพร้อมกับเสนอวิธี การตัดเจาะสิ่งกีดขวางนั้นกับ วิธีการซ่อมแซมกลับคืนด้วย และต้องได้รับอนุญาตจากผู้ควบคุม งานก่อน ผู้รับจ้างต้องใช้ช่างที่มีความ ชำนาญในการนั้นโดยเฉพาะ และต้องกระทำด้วยความ ระมัดระวัง
 - ข. Sleeves, Block Out, Cutting and Patching ท่อที่เดินผ่านฐานรากหรือผนัง ฝ้ากัน และเพดาน นอกอาคาร ต้องติดตั้งโดยอาศัยหลักการทางด้านวิศวกรรมอย่างเคร่งครัด
 - ค. ตรงตำแหน่งที่ท่อ ปล่อง ฯลฯ จะต้องเดินผ่านพื้น หรือกำแพง หรือคอนกรีต ให้เป็นหน้าที่ของ ผู้รับจ้างที่ จะต้องจัดหาและติดตั้ง Sleeve หรือ Block Out ต่าง ๆ เท่าที่จำเป็น
 - ง. ทุกครั้งที่ผู้รับจ้างทำการเจาะ ตัด ปะ เพื่อติดตั้งใด ๆ เกี่ยวกับงานของตนต้องขอความเห็นชอบ ต่อวิศวกร ควบคุมงานก่อนเสมอ
 - จ. Sleeves ที่ผ่านกำแพงภายนอกต้องป้องกันมิให้น้ำซึมผ่านได้ และทำด้วยเหล็กดำ (Standard Weight Black Steel Pipes) พร้อมทั้งมี Water Stop Ring กว้าง 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว)
 - ฉ. Sleeves ที่ผ่านกำแพงอิฐภายใน ใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี
 - ช. Sleeves ที่ผ่านกำแพงอิฐ หรือคอนกรีตที่ไม่จำเป็นต้องเป็นแบบกันซึมให้ใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี
 - ซ. Sleeves ที่ผ่านกำแพงภายในที่ทำด้วยวัสดุอื่น ๆ นอกเหนือไปจากกำแพงอิฐทำด้วยเหล็ก อาบสังกะสี
 - ณ. Sleeves ต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน ขนาดใหญ่กว่าเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของท่อ (รวม ฉนวนหุ้มถ้า มี) ที่ลอดผ่านภายในไม่ต่ำกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) และผู้รับจ้างต้องใช้ใยแก้ว(Fibre Glass)อัดช่องว่าง ระหว่างท่อกับ Sleeves ให้แน่นทุกแห่ง ถ้าเป็นผนังกันไฟต้องอุดแน่นด้วย วัสดุทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง
 - ญ. Sleeves ที่พื้นอาคารต้องฝังให้ปลอกสูงกว่าระดับพื้นที่ตกแต่งแล้ว 40 มิลลิเมตร (1 1/2 นิ้ว) เมื่อเดินท่อเสร็จ เรียบร้อยแล้ว ให้อัดช่องว่างท่อกับปลอกท่อลอดด้วยวัสดุประเภทซิลิโคนให้ แน่นและเรียบร้อยจนแน่ใจ ว่าน้ำรั่วซึมผ่านไม่ได้
 - 10.2 แผ่นปิดพื้น ผนัง และเพดาน (Escutcheon)
 - ก. ทุก ๆ จุดที่ท่อเดินทะลุผ่านผนัง ฝ้ากัน เพดาน และพื้นอาคารซึ่งตกแต่งผิวหน้าแล้ว ผู้รับจ้าง ต้องจัดการปิด ช่องโหว่ทั้งทางเข้า-ออกของท่อด้วยแผ่นเหล็กชุบโครเมียม ซึ่งมีขนาดโตพอที่จะ ปิดช่องรอบ ๆ ท่อได้อย่าง

มิดชิด แผ่นเหล็กชุบโครเมียมที่ใช้ปิดที่เพดานและผนังต้องยึดด้วย สลักเกลียวแบบเช็ทสกรู ห้ามใช้คิลป์สปริง

- ข. ขนาดท่อ 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ความหนาของแผ่นปิด 2 มิลลิเมตร ความกว้างโดยรอบท่อ 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ปีกโดยรอบกว้าง 1 เซนติเมตร
- ค. ท่อขนาด 125 มิลลิเมตร (5 นิ้ว) และใหญ่กว่า ความหนาของแผ่นปิด 3 มิลลิเมตร ความกว้าง โดยรอบท่อ 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ปีกโดยรอบกว้าง 1 เซนติเมตร
- ง. แผ่นปิด (Escutcheon) เมื่อติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องแลดูสวยงาม เรียบปราศจากรอยบุบ และรอยขีดข่วน

11. การต่อท่อน้ำ (Pipe Joints)

11.1 การต่อท่อน้ำแบบเหล็กหล่อ (Joint For Cast-Iron Pipe)

การอุดรอยต่อสำหรับท่อเหล็กหล่อเคลือบชนิดปากกระซัง (Hub and Spigot) ให้ใช้เชือกมะนิลาหรือเชือก ปอ หรือเชือกแอสเบสตอสพันโดยรอบท่อ และตอกย้ำให้แน่นอยู่ในร่องปากของปากกระซัง ให้มีเนื้อที่เหลือ ประมาณ 1 นิ้ว ถึง 1 1/2 นิ้ว วัดจากปากกระซังถึงเชือกปะเก็น แล้วเทปิดช่องว่างนี้ด้วยน้ำตะกั่วที่หลอม ละลายโดยเทครั้งเดียวให้เต็ม เมื่อตะกั่วเย็นลงแล้วให้ตอกย้ำตะกั่วให้เรียบเสมopakกระซัง

สำหรับการใช้ท่อเหล็กหล่อต่อเข้าทางด้านดูดกลับและด้านส่งออกของเครื่องสูบน้ำ ให้ใช้เป็นท่อเหล็กหล่อ แบบหน้าแปลน

11.2 การต่อท่อน้ำแบบเกลียว (Joint for Threaded Pipe)

- ก. เกลียวท่อโดยทั่วไปทำเกลียว Taper Thread ตามมาตรฐาน BS 21 หรือ ISO R7 ซึ่งได้ระบุไว้ เป็นมาตรฐานกระทรวงอุตสาหกรรมที่ มอก. 281-2521
- ข. การเลือกอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มี Threaded Ends เช่น วาล์วและข้อต่อต่าง ๆ เป็นต้น ถ้าระบุการสั่ง ทำประเภทเกลียวได้ให้เลือกล้างเกลียวตามมาตรฐาน BS 21 TR (ISO R7) หรือ BS 21 (ISO R 228) ในการต่อท่อกับอุปกรณ์ที่มีเกลียวแบบ NPT (ตามมาตรฐาน ANSI B 2.1) อาจใช้ Thread Conversion Fitting ร่วมในการประกอบท่อได้
- ค. ปลายท่อที่ตัดทำเกลียวเสร็จแล้ว ต้องคว้านปากปาดเอาเศษที่ติดอยู่โดยรอบทิ้งออกให้หมด
- ง. ใช้ Pipe Joint Compound หรือ Teflon Tape หุ้มเฉพาะเกลียวตัวผู้ เมื่อขันเกลียวแน่นแล้ว เกลียวต้องเหลือให้เห็นได้ไม่เกิน 2 เกลียวเต็ม

11.3 การต่อท่อน้ำแบบหน้าแปลน (Joint for Flanged Pipe)

- ก. เลือกมาตรฐานขนาดหน้าแปลน และการเจาะรูให้เหมาะสมกับมาตรฐานท่อ (Outside Diameter) ที่เลือกใช้ งานและหน้าแปลนที่ติดประกอบมากับอุปกรณ์ต่าง ๆ หน้าแปลนที่ใช้ประกอบกับท่อ โดยทั่วไปต้องเป็นแบบเชื่อม
- ข. การยึดจับหน้าแปลนต้องจัดให้หน้าสัมผัส (Facing Flange) ได้แนบขนานกัน การเชื่อมหน้า แปลนกับตัวท่อ ให้เชื่อมที่ขอบทั้งด้านนอกและด้านใน ยกเว้นหน้าแปลนชนิด Neck Flange ที่ เชื่อมเฉพาะแนวด้านนอกท่อ
- ค. สลักเกลียว (Bolt) และน็อต (Nut) ที่ใช้กับหน้าแปลนโดยทั่วไปใช้เป็น Galvanized or Cadmium Plated Bolt and Nut และที่ใช้กับระบบท่อฝังดินทำด้วย Stainless Steel สลักเกลียว ต้องมีความยาวพอเหมาะกับการยึดหน้าแปลน เมื่อขันเกลียวต่อแล้วปลายโผล่จากน็อตไม่น้อย กว่า 1/4 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของ สลักเกลียว

11.4 การต่อท่อน้ำแบบบัดกรี (Soldered Joint for Copper Pipe)

- ก. ปลายท่อทองแดงที่จะนำมาต่อเชื่อมต้องตัดให้ได้ฉาก ลบเศษคมออกให้หมด ทำความสะอาด ปลายท่อภายนอกและภายใน Fitting
- ข. ใช้แปรงทา Solder Flux ที่ปลายท่อและ Fitting สวมต่อท่อแล้วทำการเชื่อมประสาน อุณหภูมิ การเผาและปริมาณ Flux ที่ใช้ต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตโดยเคร่งครัด โดยเฉพาะการใช้ Solder แบบ Silver Brazing น้ำบัดกรีส่วนเกินต้องเช็ดออกให้หมดก่อนจะปล่อยให้เย็นตัวลง เปอร์เซ็นต์เงินเชื่อมต้องไม่น้อยกว่า 5%

11.5 การต่อท่อน้ำแบบใช้น้ำยาเชื่อมประสาน (Cemented Joint for PVC Pipe)

- ก. เตรียมผิวท่อที่จะต่อโดยการลบมุมปลายท่อโดยรอบ และทำความสะอาดท่อและเตรียมผิวท่อ รวมถึงข้อต่อที่จะนำมาต่อให้สะอาดด้วยน้ำยาทำความสะอาดท่อตามกรรมวิธีที่ผู้ผลิตท่อระบุไว้
- ข. ทาน้ำยาเชื่อมประสานภายในข้อต่อ และภายนอกท่อที่จะต่อตามคำแนะนำของผู้ผลิต เมื่อสวม ต่อท่อเข้ากับข้อต่อแล้ว ให้เช็ดน้ำยาที่ล้นออกมาให้หมดก่อนที่จะทิ้งไว้เพื่อให้ น้ำยาเชื่อมแข็งตัว ประมาณ 5 นาที แล้วจึงจะนำไปติดตั้งต่อไป

11.6 การต่อท่อน้ำแบบเชื่อม (Welded Pipe Joint)

- ก. ก่อนการเชื่อมต้องทำความสะอาดส่วนปลายท่อที่จะนำมาเชื่อม ตั้งปลายท่อที่จะนำมาเชื่อมให้ได้ แนวที่จะนำมาเชื่อม ให้ลบปลายเป็นมุม (Bevel) ประมาณ 20 องศา-40 องศา โดยการกลึงหรือ ใช้หัวเชื่อมตัด แต่ต้องใช้ผ้ารองเคาะออกไซด์และสะเก็ดโลหะออก พร้อมทั้งเจียรให้เรียบร้อยก่อน การเชื่อม
- ข. การเชื่อมท่อโดยทั่วไปเป็นแบบ Butt-Welding ใช้วิธีเชื่อมด้วยไฟฟ้า (ARC Welding) แผลเชื่อม ต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอตลอดแนวเชื่อมให้โลหะที่นำมาเชื่อมละลายเข้ากันได้อย่างทั่วถึง
- ค. ช่างเชื่อมที่นำมาใช้งานจะต้องเป็นช่างเชื่อมที่มีฝีมือดี และผู้ควบคุมงานสามารถให้ช่างเชื่อมมา ทดสอบฝีมือเชื่อมที่หน่วยงานได้ ถ้าหากผู้ควบคุมงานตรวจสอบฝีมือแล้วเห็นว่าฝีมือยังไม่ดีพอ ก็สามารถเปลี่ยนช่างเชื่อมผู้นั้นได้ โดยผู้รับจ้างต้องจัดหา ช่างเชื่อมมาเปลี่ยนให้ใหม่ผู้ควบคุม งานสวนสนธิที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างตัดรอยเชื่อม เพื่อตรวจสอบได้ไม่เกิน 1% ของรอยเชื่อมทั้งหมด หรือตามคำวินิจฉัยของผู้ควบคุมงาน ผู้รับจ้างต้องตัดส่วนที่พบเห็นว่าไม่ดีออก แล้วติดตั้งให้ใหม่ โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

12. ที่แขวนและที่รองรับท่อ (Steel Hangers and Supports)

- #### 12.1 การแขวนโยงท่อและยึดท่อ
- ท่อที่เดินภายในอาคารและไม่ได้ฝังต้องแขวนโยง หรือยึดติดไว้กับโครงสร้าง ของอาคาร อย่างมั่นคงแข็งแรง อย่าให้โยกคลอนแกว่งไกวได้ การแขวนโยง ท่อที่เดินตามแนวราบ ให้ใช้ เหล็กรัดท่อตามขนาดของท่อรัดไว้และที่แขวน ที่รับ หรือที่ยึดท่อ ซึ่งทำขึ้นนี้ต้องเป็นชนิดที่ทำขึ้นเพื่อการ นี้โดยเฉพาะ เพื่อการแขวนการรับ การยึดท่อเท่านั้น ห้ามมิให้นำวัสดุมาดัดแปลงต่อกันเข้าเป็นการแก้ ปัญหาเฉพาะหน้าเป็นอันขาดที่แขวนรองรับ หรือที่ยึดนี้ต้องมีลักษณะคล้ายคลึงกับผลิตภัณฑ์ของ Grinnel หรือ Unistrut ที่แขวนยึด ถ้าใช้ที่รองรับฝังไว้กับคอนกรีต และต้องผูกติดกับเหล็กเสริมคอนกรีตอย่างมั่นคง หรืออาจใช้ Expansion Bolt แทนก็ได้ หากมีท่อหลายท่อเดินตามแนวราบขนานกับเป็นแพ จะใช้เสาแหยกแขวนรับไว้ทั้งชุดแทนใช้เหล็กรัดท่อแขวนแต่ละท่อก็ได้ ผู้รับจ้างต้องจัดหาอุปกรณ์ที่ใช้ประโยชน์ได้เท่ากันมาใช้แทน ห้ามแขวนท่อด้วยโซ่ ลวด เชือก หรือสิ่งอื่นใดที่มีลักษณะไม่มั่นคงแข็งแรง อุปกรณ์ การยึดและแขวนท่อภายในอาคารทำด้วยเหล็กทาสี ภายนอกอาคารหรือฝังดินทำด้วยเหล็กชุบ Galvanized หรือ Stainless Steel แล้ว ทาสีตามรหัสและสัญลักษณ์สีในหมวด "การทาสีป้องกันการ ฝุ่นร่อนและรหัสสี" ถ้าการแขวนท่อเป็นแบบเสาแหยกจะต้องใช้ Expansion Bolt 2 จุดตามขนาดของท่อและขนาดของ Expansion Bolt ดังนี้

	Norminal Pipe Size	Fixing Size
	mm (Inches)	mm (Inches)
	Up to 65 (2 1/2)	6 (1/4)
	80 (3) to 150 (6)	9 (3/8)
	200 (8) to 300 (12)	12 (1/2)
12.2	ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหา วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือและแรงงาน ในการติดตั้งที่แขวนท่อ หรือที่รองรับท่อ	
12.3	ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบ Shop Drawing อธิบายถึงลักษณะ ขนาด และความหนาของเหล็กที่ใช้ตามขนาด ต่าง ๆ กัน เพื่อเสนอขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานเสียก่อน ก่อนดำเนินการทำที่แขวนและที่รองรับท่อ	
12.4	ที่แขวนและที่รองรับท่อจะต้องรับน้ำหนักได้อย่างเพียงพอ ภายใต้ตำแหน่งที่ถูกต้องและสามารถใช้งานได้ ดีในสภาพการใช้งานปกติ	
12.5	ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อ จะต้องสามารถปรับให้สูง-ต่ำได้ตามความต้องการที่เหมาะสม	
12.6	ในตำแหน่งที่มีการติดตั้ง Expansion Joints หรือ Expansion Loops จะต้องมียุกรณ์ยึดท่อไว้ให้แน่น หนาแข็งแรง ในตำแหน่งที่ถูกต้องเพื่อการขยายตัวหรือหดตัวของท่อ น้ำ โดยไม่เกิดอันตรายกับท่อน้ำและ อุปกรณ์	
12.7	ที่แขวนท่อที่รองรับท่อ และที่ยึดท่อจะต้องได้รับการทาสีกันสนิมและสีจริง โดยให้เป็นไปตามหมวด "การ ทาสีป้องกัน การผุกร่อนและรื้อสสี"	
12.8	ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อ ซึ่งติดตั้งอยู่ใกล้ Cooling Towers หรือบริเวณ Cooling Tower จะต้องเป็นเหล็ก Hot-Dip Galvanized. นี้อต, สกรู แหวน และเหล็กยึดท่อจะ ต้องทำด้วย Stainless Steel. บริเวณใดหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของที่แขวนท่อหรือที่รองรับท่อ ถูกเจาะรู ถูกตัดขาด หรือถูกกระแทกจน Galvanized ฉีกขาด หรือหลุดออก บริเวณนั้นหรือส่วนนั้น ๆ จะต้องทาด้วย Zinc-Rich Paint 2 ชั้น	
12.9	ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อ ที่ติดตั้งอยู่ภายนอกอาคาร แต่อยู่เหนือระดับพื้นดิน หรือติดตั้งอยู่บนสะพาน เติ่นท่อ จะต้องเป็นเหล็ก Hot-Dip Galvanized. นี้อต, สกรู แหวน และเหล็กยึดท่อ จะต้องทำด้วย Cadmium-Plated Steel.	
12.10	ที่แขวนท่อ, ที่รองรับท่อ, นี้อต, สกรู, แหวน และที่ยึดท่อ ซึ่งติดตั้งฝังอยู่ในดิน ทั้งหมดนี้จะต้องทำด้วย Stainless Steel.	
12.11	ที่รองรับท่อที่เป็นเหล็กฉาก, เหล็กทรงน้ำ หรืออุปกรณ์รองรับท่อต่าง ๆ ที่ติดตั้งอยู่ในรางคอนกรีต (Concrete Trench) จะต้องเป็นเหล็ก Hot-Dip Galvanized นี้อต, สกรู แหวน และเหล็กยึดท่อจะ ต้องทำด้วย Stainless Steel.	
12.12	ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อ ซึ่งติดตั้งอยู่ภายในอาคารแต่ติดตั้งอยู่ในบริเวณที่มีความชื้น และการกัดกร่อน เช่น (ห้อง แบตเตอรี่, ห้องเครื่องกำเนิดไอน้ำ, ห้องเครื่องทำความเย็น, ห้องล้างจาน, ห้องครัว, และห้อง ชักวัด) เป็นต้น ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อจะต้องทาสี Epoxy Red Lead Primer 2 ชั้น และทาสีทับภายนอกอีก 1 ชั้นด้วย Epoxy Black Finishing Paint ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อ ซึ่งติดตั้งอยู่ภายในอาคารทั่ว ๆ ไปจะต้องทาสี Red Lead Primer 2 ชั้น และทาสีทับภายนอกอีก 1 ชั้น ด้วย Alkyd Grey Finishing Paint. นี้อต, สกรู แหวน และอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ จะต้องทำด้วย Cadmium-Plated Steel.	
12.13	ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อ ซึ่งติดตั้งอยู่ภายในห้องเครื่องจักรต่าง ๆ จะต้องติดตั้ง Spring Vibration Isolator ประกอบเข้าไปอีกด้วย เพื่อป้องกันเสียงและการสั่นสะเทือนที่จะไปรบกวนกับห้องหรืออาคารข้าง เคียง	
12.14	Anchor รองรับท่อในแนวดิ่งให้เป็นไปตามแบบรายละเอียดเพื่อป้องกัน Under Strain จะต้องเป็น Heavy Forged หรือ Welded Construction แยกต่างหากจาก Support	
12.15	Anchor สำหรับรองรับท่อในแนวนอนเพื่อป้องกัน Strain จาก Offsets จะต้องเป็น Forged Wrought Iron Clamped ยึดอย่างแน่นหนา	
12.16	ท่อในแนวดิ่งจะต้องเพิ่มการยึดตรงฐานของท่อบริเวณหักเลี้ยวทุกท่อด้วย	

- 12.17 ท่อทุกชนิดที่วางอยู่ฝังดิน ต้องวางอยู่บนที่อัดแน่นตลอดแนวความยาวของท่อ และเมื่อกลบดินแล้วต้อง อัดดินให้แน่น โดยการบดอัดดินเป็นชั้น ๆ ตามที่ระบุในแบบ
- 12.18 ระหว่าง Expansion Joints หรือ Expansion Loops ต้องมี Anchor ติดตั้งไว้ตำแหน่งของ Expansion Joints หรือ Loops จะได้กำหนดในภายหลัง
- 12.19 ห้ามใช้ที่รองรับท่อชนิดอื่น ๆ เช่น ลวด เชือก ไม้ โซ่ ซึ่งไม่ได้ระบุไว้มาใช้รองรับท่อ
- 12.20 ผู้ติดตั้งต้องรับผิดชอบในการจัดหา วาง Concrete Insert และ Anchor Rod และทำงานเกี่ยวกับโครงสร้างอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับการติดตั้งที่รับท่อต่าง ๆ
- 12.21 ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อจะมีขนาดและรายละเอียดดังที่ระบุไว้ในแบบ แต่ผู้ทำการติดตั้งจะต้องรับผิดชอบในการเพิ่มขนาดเหล็กแขวนท่อ และความหนาของเหล็กเพื่อให้เหมาะสมกับน้ำหนักของท่อในส่วนที่ จำเป็น ท่อที่ติดตั้งในแนวดิ่งหรือแนวตั้ง และท่อแนวราบหรือแนวระดับให้ยึดแขวนตามระยะ และขนาดเหล็กที่ ระบุในตารางต่อไป

ตารางสำหรับการยึดแขวนท่อระยะห่างระหว่างจุดยึดแขวน (เมตร)

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

13. แผ่นปิดพื้น ผนังและเพดาน (Floor, Wall and Ceiling Plate)

ทุก ๆ จุดที่เดินท่อด้านผนัง ฝ้ากั้น เพดานและพื้นอาคารซึ่งตกแต่งผิวหน้าแล้ว ผู้รับจ้างต้องจัดการปิดช่องโหว่ทั้ง ทางเข้า-ออก ของท่อด้วยแผ่นเหล็กชุบโครเมียม ซึ่งมีขนาดโตพอที่จะปิดช่องรอบ ๆ ท่อได้อย่างมิดชิด แผ่นเหล็ก ชุบโครเมียมที่ใช้ปิดที่เพดาน และผนังต้องยึดด้วยสลักเกลียวแบบเช็ทสกรู ห้ามใช้คิลิปสปริง

14. การสกัดเจาะและการซ่อมแซม (Cutting and Repairing)
การติดตั้งท่อจำเป็นต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง ควรจะวาง Sleeve ก่อนเสมอ เพื่อหลีกเลี่ยงการสกัดเจาะส่วนที่เป็นโครงสร้างของอาคาร การสกัดเจาะส่วนที่เป็นโครงสร้างของอาคาร จะกระทำต่อเมื่อได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานโดยเฉพาะ เสียก่อนความเสียหายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการสกัดเจาะนี้ ผู้รับจ้างต้องซ่อมแซมให้ถูกวิธีและเรียบร้อยด้วยช่างที่มีฝีมือดีเพื่อการนี้โดยเฉพาะ
15. ระดับท่อน้ำ (Invert Elevation)
ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบขยาย การจัดระดับท่อน้ำต่าง ๆ ให้ผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อนจึงจะทำการติดตั้งได้
16. การต่อท่อน้ำออกนอกอาคาร (Termination of Water and Drainage Piping)ปลายทางของท่อน้ำและท่อระบายน้ำ หากในแผนผังปรากฏว่ามีท่อน้ำหรือท่อระบายน้ำแสดงไว้สำหรับต่อเติม ขยายออกไปในอนาคตแล้วจะต้องต่อท่อเหล่านี้ออกไปให้พ้นจากตัวอาคารไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร แล้วใช้ปลั๊กอุด หรือฝาครอบเกลียวปิดไว้ และหากจำเป็นจะต้องกลบดินในระยะนี้เสียก่อน ก็อาจจะทำได้โดยตอกหลักและติดป้าย แสดงตำแหน่งปลายท่อเหล่านี้ไว้
17. ท่อใต้ดิน (Underground Pipes)
ท่อเหล็กดำที่ติดตั้งฝังอยู่ใต้ดินจะต้องได้รับการเคลือบผิวภายนอกด้วยวัสดุและสารกันการกัดกร่อนตามกรรมวิธี และมาตรฐานของ AWWA C203, Section 2 Application, การทดสอบและการตรวจสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน AWWA C203 ด้วยลำดับการเคลือบสารกันการกัดกร่อนเป็นดังนี้
 - ก. Sandblast
 - ข. Apply Coat of Plasticized Coal Tar Primer
 - ค. Apply Flood Coat of Hot Plasticized Coal Tar Enamel 2.4 mm Minimum Thickness
 - ง. Apply Spiral Wrap with 20 Mil Fibreglass
 - จ. Apply Flood Coat of Hot Plasticized Coat for Enamel 2.4 mm Mimimum Thickness
 - ฉ. Apply Spiral Wrap with 6.8 Kg Asbestos Felt
 - ช. Apply Spiral Wrap with Kraft Paper
 - ซ. After the Top Coat Has Been Cured at Approximately 20°C for Not Less Than 16 Hours, the External Protective Coating Shall be Tested Electrically Using an Approved Holiday Detector and Shall be Free of Missed Spots
 - ณ. วัสดุและอุปกรณ์ที่ยึดหรือรองรับท่อที่ติดตั้งฝังอยู่ใต้ดินจะต้องเป็นเหล็กไร้สนิม (Stainless Steel Supports and Hangers)
 - ญ. ตลอดแนวของท่อจะต้องรองรับด้วยทรายและกลบทับด้วยทรายเช่นกัน
18. แผ่นปิดกันรั่ว (Flashing)
แผ่นปิดกันฝนรั่วรอบ ๆ ท่อระบายอากาศที่ติดตั้งผ่านหลังคาให้ใช้แผ่นตะกั่วขนาด 1.8 กิโลกรัม (4 ปอนด์) ปิดโดยรอบท่อระบายอากาศ ให้มีความกว้างโดยรอบท่อระบายอากาศไม่น้อยกว่า 200 มิลลิเมตร (8 นิ้ว) และยกขอบตามท่อขึ้นไปอีกสูงไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) ส่วนท่ออากาศให้ต่อขึ้นไปและทำหมวกกันฝนอีกชั้นหนึ่ง
19. วาล์วน้ำ (Valve)
 - 19.1 วาล์วน้ำ ให้ติดตั้งวาล์วน้ำไว้ที่ท่อน้ำก่อนเข้าเครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ทุกแห่ง และตามตำแหน่งที่ได้ แสดงไว้ในแบบ โดยกำหนดชนิดของวาล์วไว้ดังนี้.-

- ก. Gate Valve, วาล์วตัดตอนน้ำให้ใช้ Gate Valve ทุกแห่ง วาล์วขนาด 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และ เล็กกว่าให้ใช้ วาล์วทองเหลืองหรือบรอนซ์ชนิดเกลียวขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่าให้ใช้วาล์วเหล็กหล่อ หน้าแปลน
 - ข. Globe Valve ในระบบท่อที่ต้องการปรับความดันและอัตราการไหลของน้ำให้ติดตั้ง Globe Valve ไว้ทุกแห่ง และให้ใช้วาล์วทองเหลืองหรือบรอนซ์ชนิดเกลียว
 - ค. วาล์วกั้นน้ำกลับ (Check Valve) ในระบบท่อที่จำเป็นและไม่ต้องให้น้ำไหลกลับต้องติดตั้งวาล์ว กั้นน้ำกลับ ไว้ทุกแห่ง สำหรับวาล์วกั้นกลับของท่อส่งน้ำขึ้นถึงเก็บน้ำบนหลังคาให้ใช้ชนิด Silent Check Valve
 - ง. ยูนีเยนให้ติดตั้งยูนีเยนไว้ทางด้านใต้น้ำของวาล์วทุกตัวและก่อนท่อเข้าเครื่องสุขภัณฑ์นั้น ๆ ยก เว้นเครื่อง สุขาภัณฑ์นั้นมีข้อต่อชนิดที่สามารถถอดท่อออกได้ง่ายติดมาด้วยแล้ว การติดตั้งยูนีเยน นั้นห้ามติดตั้งฝังไว้ใน กำแพงเพดานหรือฝากั้น
- 19.2 ในจุดที่มีน้ำไหลได้ และถ้าการไหลกลับของน้ำจะนำสิ่งสกปรกเข้าสู่ระบบของท่อน้ำหรือไม่ก็ตามจะต้องติดตั้ง Vacuum Breakers ไว้ด้วยสำหรับ Flush Valve จะต้อง มี Vacuum Breakers เป็นส่วนประกอบส่วนหนึ่ง
- 19.3 การติดตั้งตำแหน่งและชนิดของวาล์วน้ำให้ปฏิบัติดังต่อไปนี้.-
- ก. วาล์วน้ำจะต้องติดตั้งตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบ
 - ข. ท่อน้ำที่แยกหรือตรงเข้าอาคารทุก ๆ ท่อผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้ง Gate Valve ให้ ณ บริเวณ จุดที่ท่อเข้า อาคารแห่งละตัวทั้งนี้ไม่ว่าจะแสดงไว้ในแบบหรือไม่ก็ตาม
 - ค. วาล์วทุกตัวต้องติดตั้งในตำแหน่งที่สะดวกแก่การตรวจหรือถอดเพื่อซ่อมหรือเปลี่ยน หรือมิฉะนั้นก็ต้องจัดให้ มีช่องทางที่จะจัดการถอดเพื่อซ่อมหรือเปลี่ยนได้
 - ง. การติดตั้งวาล์วทุกตัวต้องเป็นชนิดที่ทำขึ้นเพื่อใช้กับแรงดันตามที่กำหนดในหัวข้อวาล์วและ อุปกรณ์ ประกอบท่อน้ำเว้นแต่จะระบุไว้เป็นอย่างอื่น
- 19.4 วาล์วและลิ้นต่างๆ ต้องมีแผ่น Laminate Plastic ขนาดกว้าง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) พร้อมตัวหนังสือ แสดงชนิดและ หน้าทึบของวาล์วหรือลิ้นนั้นด้วยตัวอักษรสีดำ บ้ายต้องผูกเข้ากับวาล์วด้วยตะขอแบบ "S" ทำด้วยทองเหลือง
- 19.5 ท่อน้ำทั้งต้องเดินให้มีความลาดเอียงลงสู่ทางระบายน้ำทั้ง ถ้ามีท่อแยกออกจากท่อเมนซึ่ง ติดตั้งไว้ในแนว ดังก็ให้ต่อ ท่อแยกนี้เอียงลงสู่ท่อเมน ณ จุดที่มีระดับต่ำที่สุดในระบบท่อน้ำนี้ ให้ติดตั้งวาล์วสำหรับเปิด ระบายน้ำทิ้งไว้เพื่อจะได้ ระบายน้ำจากระบบได้หมดสิ้น
- 19.6 ท่อแยกซึ่งแยกจากท่อเมนนั้นจะต่อจากส่วนบนตอนกลางหรือใต้ท้องของท่อเมนก็ได้โดยใช้ข้อต่อประกอบ ให้ เหมาะสมแล้วแต่กรณี
- 19.7 Air Chambers ผู้รับจ้างต้องติดตั้ง Air Chamber ไว้ที่ปลายสุดของท่อแยกที่จ่ายให้กับเครื่องสุขภัณฑ์ทั้งน้ำร้อนและ น้ำ เย็น, Air Chamber ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าท่อที่แยกไปเข้าเครื่องสุขภัณฑ์นั้น ๆ และต้องมีขนาดไม่เล็ก กว่า 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) และยาวไม่น้อยกว่า 450 มิลลิเมตร (18 นิ้ว) ที่ปลายของ Air Chamber ให้ใส่ Cap อุดเพื่อกันลม รั่วจาก Chamber
20. **ที่ดักผง (Trap)**
การติดตั้งที่ดักผงซึ่งหมายรวมถึงคอห่านและถ้วยสำหรับระบายน้ำมีข้อกำหนดดังนี้
- ก. ที่ดักผงต้องติดตั้งใกล้เคียงกับเครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
 - ข. เครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์แต่ละชุดห้ามมิให้ติดเครื่องดักผงมากกว่า 1 แห่ง
 - ค. ที่ดักผงซึ่งติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่เข้าถึงได้ง่ายนั้น และติดปลั๊กหรืออุปกรณ์อื่นใดที่วิศวกรควบคุมงานเห็น เหมาะสมใน การถอดออกเพื่อถ่ายผงทิ้ง และทำความสะอาดภายในได้สะดวก
 - ง. ข้อต่อแบบสวมจะนำมาใช้ต่อเข้ากับที่ดักผงได้ก็เฉพาะเมื่อต่อที่ดักผงขึ้นมาเท่านั้น

- จ. Trap Seal ของเครื่องสุขภัณฑ์แต่ละชนิดจะต้องมี Liquid Seal ไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และไม่ มากกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) นอกจากในจุดเฉพาะที่ต้องการ Seal มากกว่านั้น
21. ช่องทำความสะอาดท่อ (Pipe and Floor Cleanout)
 ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งช่องทำความสะอาดสำหรับท่อส้วมหรือท่อระบายน้ำตามจุดต่าง ๆ และขนาดต่าง ๆ ดังนี้
- ก. มีช่องทำความสะอาดที่พื้น (Floor Cleanout) ทุก ๆ ระยะ 15 เมตรสำหรับท่อส้วมหรือท่อน้ำทิ้งในแนว นอกที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) หรือเล็กกว่าและติดตั้งทุก ๆ ระยะ 30 เมตร สำหรับท่อส้วมหรือท่อน้ำทิ้งในแนวนอนที่มีขนาดใหญ่กว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ขึ้นไป
 - ข. ในกรณีท่อหรือท่อน้ำทิ้งเปลี่ยนทิศทางเกินกว่า 45 องศา
 - ค. ที่ฐานของท่อส้วม หรือท่อน้ำทิ้งในแนวดิ่ง (Base of Stacks)
 - ง. ในส่วนที่ใกล้ส่วนต่อระหว่างท่อส้วม ท่อน้ำภายในอาคาร Drain และส่วนที่นอกอาคาร Building Sewer
 - จ. ท่อส้วมหรือท่อน้ำทิ้งที่ฝังดินต้องมีช่องทำความสะอาด (Service Cleanout or Yard Cleanout) ต่อขึ้นมา จนถึงระดับดิน
 - ฉ. ช่องทำความสะอาดต้องมีขนาดเท่ากับท่อส้วมหรือท่อน้ำทิ้งสำหรับท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มิลลิ- เมตร (4 นิ้ว) และต่ำกว่า สำหรับท่อขนาดใหญ่กว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ขึ้นไปช่องทำความสะอาดจะต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว)
22. ช่องระบายน้ำ (Drain)
- 22.1 Floor Drain
- ก. ตัวเรือนของช่องระบายน้ำจากพื้น (Floor Drain) ทำด้วยเหล็กหล่อ (Cast-Iron) มี Trap กัน กลิ่นในตัว ฝาช่องระบายน้ำจากพื้นเป็นฝากลมขนาด 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ถึง 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ ฝาช่องระบายน้ำทำด้วยทองเหลืองชุบโครเมียม สามารถเปิดทำความสะอาดได้ง่าย ส่วนภายในมีตะแกรงดักผง (Cast-Brass Strainer) ประกอบอยู่ด้วย
 - ข. การต่อท่อจาก Floor Drain ให้ใช้ท่อ Galvanized หรือท่อพีวีซี ตามแต่จะระบุไว้ในแบบ ถ้าหาก Floor Drain ไม่มี Trap กันกลิ่นประกอบติดมาด้วย จะต้องติดตั้ง Trap เพิ่มในส่วนนี้ และจะต้อง ป้องกันกลิ่นได้อย่างสมบูรณ์
- 22.2 Area Drain
- ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ตัวเรือนและฝาช่องระบายน้ำให้ทำด้วยเหล็กหล่อขนาดของ Area Drain ถ้ามิได้กำหนดไว้ ก็ให้มีขนาดเท่ากับขนาดของท่อแยกที่ต่อออกมารับหัว Area Drain นั้น ๆ
- 22.3 Roof Drain
- Roof Drain ทำด้วยเหล็กหล่อ ออกแบบสำหรับใช้งานหนัก โดยรอบตัวเรือนจะต้องมีปีกสำหรับฝังในพื้น คอนกรีตบนหลังคาเพื่อป้องกันฝนรั่วผ่านพื้นที่ติดตั้ง Roof Drain ได้ช่องเปิดรับน้ำฝนจะต้องออกแบบเป็นตะแกรงนูนสูงขึ้นเพื่อให้ได้พื้นที่ช่องเปิดเมื่อรวมกันแล้วไม่น้อยกว่า 2 เท่าของขนาดท่อน้ำฝน ขนาดข้อต่อของ Roof Drain จะต้องเท่ากับขนาดท่อน้ำฝนและต่อแบบเกลียว
23. การติดตั้งท่อโสโครกและท่อระบาย (Soil, Waste and Drain Piping)
- 24.1 ท่อใต้ดิน ท่อโสโครก ท่อระบายและข้อต่อต่าง ๆ ที่ฝังใต้ดินให้ใช้วิธีการและวัสดุตามที่กำหนดไว้ในหมวด วัสดุท่อ และข้อต่อ การติดตั้งให้ปฏิบัติตามต่อไปนี้.-

- ก. การอุดรอยต่อสำหรับท่อเหล็กหล่อเคลือบ ชนิดปากกระชัง (Hub and Spigot) ให้ใช้เชือกมะนิลา หรือเชือกปอ หรือเชือกแอสเบสตอสพันโดยรอบ แล้วใช้ตะกั่วเทอุดให้เรียบร้อยไม่มีรอยร้าว ถ้า เป็นท่อพีวีซีให้ใช้น้ำยาต่อท่อของผู้ผลิตต่อตามวิธีที่ผู้ผลิตท่อระบุไว้
 - ข. กันร่องต้องกระทุ้งดินให้แน่นโดยตลอด ถ้าดินเดิมไม่ดีต้องขุดออกให้หมด แล้วนำวัสดุอื่น ซึ่งได้ รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานมาใส่แทน แล้วกระทุ้งให้แน่น
 - ค. แนวต่อต้องตรงไม่คดไปมาความลาดต้องถูกต้องตามแบบ
 - ง. รอยต่อทุกรอยต่อต้องแน่นสนิทน้ำซึมไม่ได้ เมื่อหยุดพักงานต้องปิดปากท่อ เพื่อป้องกันมิให้น้ำทราย ดิน เข้าไปในท่อ
 - จ. ท่อลอดถนน ท่อลอดถนนต้องเทหุ้มด้วยคอนกรีตหยาบหนาไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร และดิน ที่อยู่ใต้และเหนือท่อส่วนนี้จะต้องกระทุ้งให้แน่นเป็นชั้น ๆ ไป
- 24.2 ท่อเหนือพื้นดินสำหรับท่อระบาย ท่อโสโครกให้ใช้ท่อ และอุปกรณ์ตามข้อกำหนด การใช้ข้อต่อและอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เป็นไปตามที่ผู้ผลิตท่อแต่ละชนิดแนะนำการหักมุมให้ใช้ข้อโค้งเสมอ เว้นไว้แต่กรณี พิเศษซึ่งระบุให้ใช้ข้องอ การต่อในระยะสั้น ๆ อาจใช้ข้อด้วยข้อต่อเหล็กเหนียว หรือด้วยข้อต่อเหล็กหล่อ ประเภทที่ใช้กับระบบท่อระบายน้ำก็ได้
- 24.3 ท่อโสโครกและท่อระบายขนาดที่เล็กกว่า 75 มิลลิเมตร (3 นิ้ว) ลงมา ต้องติดตั้งให้มีความลาดเอียงลงไป สู่ปลายท่อ 20 มิลลิเมตรต่อเมตร เว้นไว้แต่จะแสดงไว้ในแบบเป็นอย่างอื่น สำหรับขนาด 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) หรือใหญ่กว่า จะต้องมีมีความลาดเอียงไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตรต่อเมตร
- 24.4 การประกอบท่อให้กระทำตามข้อกำหนดดังนี้.-
- ก. การลดขนาดของท่อให้ใช้ข้อลดด้วยขนาดและแบบที่เหมาะสม
 - ข. การหักเลี้ยวให้ใช้ข้อต่อรูปตัว Y ประกอบกับข้อโค้ง เพื่อให้ได้แนวตามความต้องการเว้นไว้แต่
 - (1) การหักเลี้ยวอาจใช้สามตากี้ได้
 - (2) ในกรณีที่น้ำโสโครกไหลจากแนวราบลงสู่แนวตั้ง จะใช้ข้อโค้งสั้น 90 องศาก็ได้หรือ
 - (3) การหักเลี้ยวของท่อส่งน้ำโสโครกจากหม้อส้วม จะใช้ข้อโค้งสั้น 90 องศาก็ได้
24. การติดตั้งท่อระบายอากาศ (Vent Line)
การจัดระบบท่อระบายอากาศให้อาศัยหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้.-
- ก. ท่อระบายอากาศจากท่อโสโครกนั้น ต้องต่อท่อให้ออกสู่ภายนอกอาคารเสมอเว้นไว้แต่จะปรากฏในแบบ เป็นอย่างอื่น
 - ข. หากกระทำได้อ้ามีท่อระบายอากาศจากท่อโสโครกมากกว่าท่อเดียว ให้ต่อท่อเหล่านั้นรวมเป็นท่อเดียวกันเสียแล้วต่อท่อให้สูงพ้นระดับหลังคาอาคาร
 - ค. ท่อระบายอากาศที่ติดตั้งแนวตั้งเหนือเครื่องสุขภัณฑ์ทั้งหลายอาจต่อรวมเข้าเป็นท่อเดียวกันได้
 - ง. ท่อรับน้ำโสโครกซึ่งรับจากเครื่องสุขภัณฑ์ตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไปจะต้องต่อท่อระบายอากาศออกทางปลาย ข้างหนึ่งของท่อเว้นไว้แต่จะปรากฏว่าเครื่องสุขภัณฑ์แต่ละเครื่องมีท่อระบายอากาศของตนเองแล้ว
 - จ. การต่อท่ออากาศเข้ากับท่อระบายที่วางตามแนวนอนนั้นให้ต่อที่ด้านบนของท่อระบายอากาศ
 - ฉ. ปลายล่างของท่ออากาศนั้นให้ต่อในลักษณะที่ว่าหากเกิดสนิมหรือคราบเกาะติดข้างในท่อแล้ว จะถูกน้ำชะ ให้ไหลออกไปทางท่อระบายได้
 - ช. ในกรณีที่ท่อระบายอากาศจำเป็นต้องทะลุหลังคา จะต้องติดตั้งให้ปลายท่อนอยุ่สูงกว่าหลังคาขึ้นไปเป็น ระยะไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) และต้องมีแผ่นกันหลังคารั่วตามความเห็นชอบของวิศวกร
25. การติดตั้งท่อน้ำประปา (Water Pipe)
- 26.1 ความลาดเอียง (Slope)

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

26.2 ท่อแยก (Take-Off)

การต่อท่อแยกออกจากท่อเมนที่มีความดัน สามารถต่อท่อแยกออกจากด้านบนด้านล่างหรือด้านข้างได้ โดยใช้ข้อต่อที่เหมาะสม เช่น สามทาง สี่ทาง แล้วแต่กรณีให้เป็นไปตามแบบ

26.3 ข้อต่อยูเนียน (Union)

การติดตั้งข้อต่อแบบยูเนียน ไม่ควรติดตั้งฝังในกำแพง ผนังฝ้ากันหรือมีสิ่งห่อหุ้มใด ๆ ทั้งสิ้น

ส่วนที่ 6.

การอุดช่องเดินท่อ ช่องเจาะ ด้วยวัสดุป้องกันไฟและควันลาม

Fire Barrier System

1. ความต้องการทั่วไป

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

2. คุณสมบัติของวัสดุ

- 2.1 อุปกรณ์หรือวัสดุซึ่งใช้ป้องกันไฟและควันลาม ต้องเป็นอุปกรณ์หรือวัสดุที่ UL รับรอง
- 2.2 อุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าว ต้องป้องกันไฟได้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง
- 2.3 อุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าวต้องไม่เป็นพิษขณะติดตั้งหรือขณะเกิดเพลิงไหม้
- 2.4 สามารถถอดออกได้ง่ายในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข
- 2.5 ทนต่อการสั่นสะเทือนได้ดี
- 2.6 ติดตั้งง่าย
- 2.7 อุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลาม ต้องมีความแข็งแรงไม่ว่าก่อนหรือหลังเพลิงไหม้
- 2.8 อุปกรณ์หรือวัสดุที่จะนำมาใช้ ต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

3. การติดตั้ง

- 3.1 ให้ติดตั้งอุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลามตามตำแหน่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้.-

- ก. ช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนัง พื้น หรือคาน และชาฟท์ท่อต่าง ๆ ซึ่งได้เตรียมไว้ สำหรับการใช้งาน ติดตั้งระบบท่อ หลังจากที่ได้ติดตั้งท่อไปแล้ว และมีช่องว่างเหลืออยู่ระหว่างท่อกับแผ่นปิดช่องท่อ
- ข. ช่องเปิดหรือช่องลอด (Blockout or Sleeve) ที่เตรียมการไว้สำหรับติดตั้งระบบท่อในอนาคต
- ค. ช่องเปิดหรือช่องลอด (Blockout or Sleeve) ที่ใช้สายไฟฟ้าหรือท่อร้อยสายไฟฟ้าที่มีช่องว่างอยู่ แม้เพียงช่องเล็กน้อยก็ตาม
- ง. ภายในท่อที่วางทะลุพื้นคอนกรีต ผนังคอนกรีต ซึ่งเป็นผนังทนไฟ เพื่อป้องกันไฟและควันลาม ตามท่อ

- 3.2 กรรมวิธีการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องเสนอขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน

ส่วนที่ 7.

การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี

Painting and Color Code

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ในผิวงานโลหะทุกชนิดก่อนนำเข้าไปติดตั้งในหน่วยงานต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันการผุกร่อน และ/ หรือการทาสีตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ทุกประการ วิธีการทาสีต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัท ผู้ผลิตสี โดยเคร่งครัด เครื่องจักร อุปกรณ์ หรือวัสดุใด ๆ ที่ได้ผ่านการป้องกันการผุกร่อน และทาสีจากโรงงานผู้ผลิตมาแล้ว หากตรวจพบว่า มีรอยถลอก ชุด ชีต รอยคราบสนิมจับและอื่น ๆ ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซมขัดถู และทาสีให้เรียบร้อย โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน
- 1.2 ในระหว่างการทาสีใด ๆ ก็ตาม ผู้รับจ้างต้องหาวิธีป้องกันมิให้สีหยดลงบนพื้น ผนัง และอุปกรณ์ใกล้เคียงอื่น ๆ หากเกิดการหยดเป็นอันต้องทำความสะอาดทันที ผลเสียหายใด ๆ ที่เกิดขึ้น ต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น ในการทาสีท่อและที่แขวนท่อจะต้องทาสีโดยใช้สีและชนิดของสีตามรหัสสีและ สัญลักษณ์สี

2. การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี

2.1 พื้นผิวโลหะที่เป็นเหล็ก หรือโลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก

- ก. ให้ใช้เครื่องขัดสนิมตามรอยต่อเชื่อม และด้านหน้าต่าง ๆ จากนั้นใช้แปรงลวดหรือกระดาษทรายขัดผิวงานให้เรียบ และปราศจากสนิมหรืออาจใช้วิธีพ่นทรายเพื่อกำจัดคราบสนิมและเศษวัตถุแปลกปลอมออก จากนั้นจึงทำความสะอาดผิวงานไม่ให้มีคราบไขมันหรือน้ำมันเคลือบผิวหลงเหลืออยู่ โดยใช้ น้ำมันประเภทระเหยไว (Volatile Solvent) เช่น ทินเนอร์ หรือน้ำมันก๊าดเช็ดถูหลาย ๆ ครั้ง แล้วใช้น้ำสะอาดล้างอีกครั้งหนึ่งจนผิวงานสะอาดพร้อมกับเช็ดหรือเป่าลมให้แห้งสนิทจึงทาสีรองพื้นตามคำแนะนำของผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด
- ข. ในกรณีที่ผิวงานนั้นเคยถูกทาสีมาก่อน ต้องขูดสีเดิมออกก่อน จึงเริ่มทำตามกรรมวิธีดังกล่าวข้างต้น

2.2 พื้นผิวโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็ก

ให้ทำความสะอาดโดยใช้กระดาษทราย แล้วเช็ดด้วยน้ำมันสน ห้ามใช้เครื่องขัดหรือแปรงลวดโดยเด็ดขาด แล้วจึงทาสีรองพื้น

2.3 พื้นผิวสังกะสีและเหล็กที่เคลือบสังกะสี

ให้ใช้น้ำยาเช็ดถูเพื่อขจัดคราบไขมันและฝุ่นออกก่อนทาสีรองพื้น

2.4 พื้นผิวทองแดง ตะกั่ว พลาสติก ทองเหลือง

ให้ขัดด้วยกระดาษทรายก่อนแล้วใช้น้ำยาเช็ดถูกำจัดฝุ่นก่อนทาสีรองพื้น

3. การทาหรือพ่นสี

- 3.1 ในการทาสีแต่ละชั้น ต้องให้สีที่ทาไปแล้วแห้งสนิทก่อน จึงให้ทาสีชั้นต่อไปได้

3.2 สีที่ใช้ทา ประกอบด้วยสี 2 ส่วนคือ

- ก. สีรองพื้นใช้สำหรับป้องกันสนิม และ/หรือ เพื่อให้ยึดเกาะระหว่างสีทับหน้ากับผิวงาน
- ข. สีทับหน้าใช้สำหรับเป็นสีเคลือบชั้นสุดท้าย เพื่อใช้ในการแสดงรหัสของระบบต่าง ๆ ชนิดสีที่ใช้ ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม

- 3.3 ประเภทหรือชนิดของสีที่ใช้ ให้เป็นไปตามระบุในตารางข้อ 4

4. ตารางการใช้ประเภทสีตามชนิดของวัสดุในสภาวะแวดล้อม

ชนิดของผิววัสดุ	บริเวณทั่วไป	บริเวณที่มีความชื้นสูง, บริเวณที่มีการผูกกร่อนสูง
- Black Steel Pipe - Black Steel Hanger & Support - Black Steel Sheet - Switchboard, Panel-Board ซึ่งทำจาก Black Steel Sheet	- ชั้นที่ 1 Red Lead Primer - ชั้นที่ 2 Red Lead Primer - ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd - ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Alkyd	- ชั้นที่ 1 Epoxy Red Lead Primer - ชั้นที่ 2 Epoxy Red Lead Primer - ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Epoxy - ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Epoxy
- Galvanized Steel Pipe - Galvanized Steel Hanger & Support - Galvanized Steel Sheet ในกรณีที่ไม้ได้ระบุรหัสสี ให้ใช้สีทับหน้าเป็นสีออลูมิเนียม	- ชั้นที่ 1 Wash Primer - ชั้นที่ 2 Zinc Chromate Primer - ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd - ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Alkyd	- ชั้นที่ 1 Wash Primer - ชั้นที่ 2 Epoxy Red Lead Primer - ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Epoxy - ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Epoxy
- PVC Pipe - Plastic Pipe	- ชั้นที่ 1 Wash Primer - ชั้นที่ 2 สีทับหน้า Chlorinated Rubber - ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Chlorinated Rubber	- ชั้นที่ 1 Wash Primer - ชั้นที่ 2 สีทับหน้า Chlorinated Rubber - ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Chlorinated Rubber
- Cast Iron Pipe รวมถึงท่อใต้ดินด้วย	- ชั้นที่ 1 Coal Tar Epoxy - ชั้นที่ 2 Coal Tar Epoxy	- ชั้นที่ 1 Coal Tar Epoxy - ชั้นที่ 2 Coal Tar Epoxy
- Stainless Steel Pipe - Stainless Steel Sheet - Aluminium Steel Pipe - Aluminium Steel Sheet - Light Alloy - Lead - Conduit Clamp	- ชั้นที่ 1 Wash Primer - ชั้นที่ 2 สีทับหน้า Alkyd - ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd	- ชั้นที่ 1 Wash Primer - ชั้นที่ 2 สีทับหน้า Epoxy - ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Epoxy

หมายเหตุ:- ในกรณีที่มีการซ่อมสีเนื่องจากการเชื่อม การตัดการเจาะ การขีดหรือการทำเกลียว ให้ใช้สีรองพื้นจำพวก Zinc Rich Primer ก่อนลงสีทับหน้า

5. รหัสสีและสัญลักษณ์

5.1 การทาสีทับหน้าแสดงรหัสสีให้ทาดังนี้

- ก. ในบริเวณห้องเครื่องสูบน้ำ, ห้องเครื่องอุปกรณ์บำบัดน้ำเสียให้ทาทั้งเส้น
- ข. ในบริเวณที่เดินลอยปรากฏให้เห็นอันได้แก่ เพดานชั้นจอดรถ, แบนข้างอาคารเป็นต้น ให้ทา ตลอดทั้งเส้น โดยจะทาสีตามรหัสสี หรือทาสีให้กลมกลืนกับสีอาคาร แล้วมีเพียงตัวอักษรแสดง ชนิดของท่อกำกับขึ้นกับความเห็นของผู้ควบคุมงาน
- ค. บริเวณช่อง Shaft ให้ทาเป็นแถบ โดยทาใกล้บริเวณที่เป็นช่องเปิดบริการ
- ง. ท่อที่เดินอยู่ในฝ้าและอื่น ๆ ที่ไม่ปรากฏให้เห็นให้ทาเป็นแถบ

5.2 ในระบบไฟฟ้า ให้แสดงรหัสสีเฉพาะตรงที่ Clamp ของท่อร้อยสายและกล่องต่อสายเท่านั้น 5.3 ขนาด แถบรหัสสีและตัวอักษร กำหนดดังนี้.-

ขนาดท่อ (Dia.)	ความกว้างของแถบ รหัสสี	ขนาดตัวอักษร
20 มม (3/4") - 32 มม (1 1/4")	200 มม (8")	15 มม (1/2")
40 มม (1 1/2") - 50 มม (2")	200 มม (8")	20 มม (3/4")
65 มม (2 1/2") - 150 มม (6")	300 มม (12")	32 มม (1 1/4")
200 มม (8") - 250 มม (10")	300 มม (12")	65 มม (2 1/2")
300 มม (12") - มากกว่า	500 มม (20")	90 มม (3 1/2")

5.4 ระยะของแถบรหัสสี อักษรสัญลักษณ์ และสัญลักษณ์ลูกศรแสดงทิศทาง กำหนดเป็นดังนี้.-

- ก. ทุก ๆ ระยะ ไม่เกิน 6 เมตร (20 ฟุต) ของท่อในแนวตรง
- ข. ใกล้ตำแหน่งวาล์วทุกตัว
- ค. เมื่อมีการเปลี่ยนทิศทาง และ/หรือมีท่อแยก
- ง. เมื่อท่อผ่านกำแพงหรือทะลุพื้น
- จ. บริเวณช่องเปิดบริการ

5.5 กำหนดสีของรหัส และสัญลักษณ์ต่าง ๆ ตามตารางข้อ 6

6. ตารางแสดงรหัสสีและสัญลักษณ์

ลำดับที่	รายละเอียด	ตัวอักษร	รหัสสี	สี สัญลักษณ์
1.	Cold Water Supply	CWS	เขียว	ขาว
2.	Irrigation Pipe	IR	ฟ้า	ขาว
3.	Cold Water Supply to Water Storage	CWT	เขียว	ขาว
4.	Soft Water	SFW	เขียว	ขาว
5.	Drinking Water (Supply, Return)	DWS, DWR	เขียวอ่อน	ดำ
6.	Rainwater	RL	เขียวอ่อน	ขาว
7.	Waste	W	น้ำตาล	ขาว
8.	Soil	S	ดำ	ขาว
9.	Vent	V	เหลือง	ดำ
10.	Sink Waste	SK	ม่วง	ขาว

11.	Sewer Pipe (Form Sewage Pump)	SW	เทา	ดำ
12.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้ากำลังปกติ	N	แดง	ดำ
13.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าฉุกเฉิน	E	เหลือง	แดง
14.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าควบคุมระบบสุขาภิบาล	SAN	ฟ้า	ดำ
15.	อุปกรณ์ยึดจับท่อร้อยสายไฟฟ้าและสายสัญญาณ & ท่อน้ำ	-	เทาเข้ม	-
16.	Distribution Board & Motor Control Board ระบบไฟฟ้าปกติ	-	งาช้าง	ดำ
17.	Distribution Board & Motor Control Board ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน	-	งาช้าง	แดง

หมายเหตุ สีที่ใช้สำหรับลำดับที่ 16 และ 17 ต้องเป็นสีออบ

ส่วนที่ 8.

ข้อกำหนดภายหลังการติดตั้ง

Test and Sterilizations

1. การทาสีและรหัสป้ายชื่อ

ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหาแรงงาน วัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการทาสีที่ได้ระบุไว้ในรายละเอียดที่กล่าวถึงต่อไปนี้.-

- ก. การทาสีต้องทำตามคำแนะนำของผู้ผลิตโดยเคร่งครัด
- ข. สีทุกชนิดที่ใช้ต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน จึงนำมาใช้ในโครงการได้
- ค. จุดประสงค์ของรายละเอียดนี้เกี่ยวกับการทาสีท่อน้ำ ท่อลม โครงเหล็ก เครื่องและอุปกรณ์เหล็กแขวนยึด ต่าง ๆ รวมถึงงานทาสีอื่น ๆ ตามที่ได้ระบุไว้ในข้อกำหนด
- ง. รายการบางอย่าง ซึ่งเป็นส่วนประกอบของอุปกรณ์ซึ่งต้องการทาสีแต่ไม่ได้ระบุไว้ไม่ได้หมายความว่า จะ พันความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่ต้องทาสีส่วนประกอบนั้นด้วย
- จ. ก่อนทาสี ต้องทำความสะอาดผิวงานให้เรียบร้อยไม่มีสิ่งสกปรกหลงเหลืออยู่
- ฉ. ผิวงานที่เปราะเปื้อนไขมันหรือน้ำมัน ต้องชำระล้างด้วยสารละลายและเช็ดออกให้หมด
- ช. การทาสีรองพื้น (Priming) ต้องทาที่หลังจากทำความสะอาดผิวงานเสร็จเรียบร้อย เพื่อป้องกันการเกิด สนิม
- ซ. ผู้รับจ้างต้องหาวิธีป้องกันไม่ให้สีที่ทาหยดลงพื้น ผนัง และอุปกรณ์ใกล้เคียงอื่น สีทาที่หยดหรือเปื้อนต้องรีบเช็ดออก และทำความสะอาดโดยทันที
- ณ. ตัวอักษร ลูกศรแสดงทิศทางการไหลและแถบสี ต้องติดเป็นช่วง ๆ ไม่เกินช่วงละ 6 เมตร และอยู่ในตำแหน่งที่เห็นได้ชัดเจนและใกล้ช่องเปิดบริการบนผ้าเพดานหรือผนัง
- ญ. รหัสป้ายชื่อ (Tag No.)
ผู้รับจ้างต้องจัดทำรหัสป้ายชื่อ เครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามรายการเครื่อง และอุปกรณ์ที่แสดงในแบบ อาจใช้วิธีเขียน พ่นสีหรือทำเป็นแผ่น Laminate Plastic ตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงาน ส่วนที่แผงไฟฟ้าทำด้วย Laminate Plastic ขนาดตัวอักษรและป้ายชื่อให้พิจารณาตามความเหมาะสม และความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน
- ฎ. ป้ายประจำเครื่อง (Nameplate)
อุปกรณ์ที่มีป้ายชื่อติดประกอบมาจากโรงงานผู้ผลิต จะต้องลงรายละเอียดต่าง ๆ เช่น ชื่อผู้ผลิต รุ่น หมายเลขและ Electrical Characteristic เป็นต้น

2. การทดสอบ ตรวจสอบ และทำความสะอาด

- 2.1 การตรวจและทดสอบระบบท่อทั้งหมด มีท่อใโสโครก ท่อระบายน้ำ ท่อระบายอากาศ และท่อน้ำต้องได้รับ การตรวจสอบและทดสอบคุณภาพและฝีมือการติดตั้งตามวิธีดังจะได้กล่าวต่อไป ท่อใโสโครกหรือท่อระบายที่ฝังไว้ใต้ดินนั้น ต้องทำการทดสอบก่อนกลบดิน
- 2.2 การทดสอบท่อรั่วให้ปฏิบัติดังนี้.-
- ก. ใช้ปลั๊กอุดท่อใโสโครก ท่อระบายน้ำและท่ออากาศแล้วเติมน้ำให้เข้าเต็มท่อ จนกระทั่งระดับขึ้นถึง จุดสูงสุดของท่อระบายอากาศไม่น้อยกว่า 3 เมตร
- ข. ทิ้งให้อยู่ในสภาพเช่นนั้นเป็นเวลา 60 นาที แล้วตรวจระดับน้ำ ถ้าระดับน้ำลดต่ำลงมาไม่เกิน 10 เซนติเมตร ก็ถือว่าใช้ได้
- ค. ถ้าจะทดสอบท่อส่วนใดส่วนหนึ่งให้ปฏิบัติเช่นเดียวกันกับที่ได้กล่าวมาแล้วไว้ แต่ว่าให้ต่อท่อจากส่วนที่จะทำการทดสอบขึ้นตามแนวตั้ง จากระดับที่จะทำการทดสอบ 3 เมตร และเติมน้ำจนถึงระดับสูงสุดของท่อน้ำ เพื่อให้เกิดแรงกดดันจากน้ำ (อาจใช้สูบน้ำเพื่อให้เกิดแรงดันตามขนาดก็ได้) แล้วให้ตรวจระดับดังกล่าวในข้อ 2 ภายใต้หัวข้อการทดสอบท่อรั่ว
- 2.3 การทดสอบด้วยแรงดัน เมื่อได้ทำการติดตั้งวางท่อเสร็จ และก่อนที่จะต่อท่อเข้าเครื่องสุขภัณฑ์ทั้งหมด สำหรับท่อน้ำใช้ให้สูบลดน้ำเข้าในระบบท่อจนได้แรงดัน 10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (150 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว) หรือ 1.5 เท่าของแรงดันใช้งานที่อาจเกิดขึ้นเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 60 นาที แล้วให้ตรวจรอย รั่วท่อช่วงใดที่ต้องฝังในผนังก่อนงานติดตั้งทั้งหมดจะแล้วเสร็จ ให้ทดสอบเฉพาะช่วงนั้น ๆ โดยวิธีทำนอง เดียวกันกับที่กล่าวแล้วก่อนที่จะฝัง
- 2.4 ท่อรั่วหรือชำรุด บุปสลาย หากผลของการทดสอบหรือตรวจสอบปรากฏว่ามีท่อรั่ว หรือชำรุด บุปสลายไม่ว่าจะเป็นด้วยความบกพร่องในคุณภาพของวัสดุ หรือฝีมือการติดตั้งก็ดี ผู้รับจ้างต้องแก้ไขหรือเปลี่ยน แปลงใหม่ทันที และผู้ควบคุมงานจะทำการตรวจสอบใหม่ จนปรากฏผลว่าระบบท่อที่ติดตั้งนั้นเรียบร้อยใช้งานได้ถูกต้องกับความประสงค์ทุกประการ การซ่อมท่อรั่วซึมนั้นให้ซ่อมโดยวิธีถอดออกต่อใหม่หรือ เปลี่ยนของใหม่ให้เท่านั้น ห้ามใช้ฉันทันยารูที่รั่วหรือที่ข้อต่อเป็นอันตราย
- 2.5 หลังจากงานติดตั้งระบบท่อน้ำ ได้เสร็จสิ้นลงเป็นการเรียบร้อยทุกประการแล้ว ผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดระบบท่อทั้งหมด รวมทั้งเครื่องสุขภัณฑ์ บริภัณฑ์ และอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ติดตั้งในระบบนั้นอย่างทั่วถึง ทั้งภายนอกและภายในโดยเช็ดถู ขัดล้างน้ำมันจาระบี เศษโลหะและสิ่งสกปรกต่าง ๆ ออกให้หมด
- 2.6 การทำลายเชื้อ (Sterilization) ก่อนส่งมอบงาน ผู้รับจ้างต้องทำการติดตั้งระบบท่อ ทั้งหมดให้เรียบร้อย และทำการล้างทำลายเชื้อให้ระบบท่อทั้งหมดสะอาดปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ โดยใช้ยาที่มีส่วนผสมของ คลอรีนไม่ต่ำกว่า 50 ส่วนในล้าน ซึ่งอาจเป็นคลอรีนเหลวหรือน้ำยา Sodium Hypochlorite ก็ได้ ให้บรรจุน้ำยาล้างเข้าไปในระบบท่อทิ้งไว้เป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 8 ชั่วโมง และในระหว่างระยะเวลานี้ให้เปิด-ปิด วาล์วทั้งหมดที่มี อยู่ในระบบเป็นครั้งคราว ให้น้ำยาไหลผ่านลงท่อระบายไปหลาย ๆ ครั้ง เมื่อครบกำหนด เวลาแล้วให้เปิดวาล์วทุกวาล์ว รวมทั้งวาล์วระบายน้ำทิ้งด้วย และใช้น้ำสะอาดไล่น้ำยาให้ออกจากระบบจนกระทั่งปรากฏว่าน้ำที่ออกมาไม่มีคลอรีนอยู่ไม่ถึง 0.2 ส่วนในล้านส่วน (PPM จึงหยุดได้ และถือว่างานทำลายเชื้อในระบบได้เสร็จสิ้นแล้ว
- 2.7 การทดสอบระบบบำบัดน้ำเสีย
- ก. ผู้รับจ้างจะต้องทำการเริ่มต้นการทำงานของระบบ (Start Up) โดยการใช้เชื้อแบคทีเรียที่เหมาะสม (Seed) ใส่ลงไปเพื่อช่วยให้ระบบมีการใช้งานได้โดยเร็ว หลังจากเริ่มใช้งานและทำการตรวจ วิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อน และหลังจากการผ่านเข้าระบบจนกระทั่งระบบมีการทำงานคงที่ (Stable) และได้คุณภาพน้ำออกจากระบบตามมาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องทำการ Start Up ระบบก่อนที่จะมีการทิ้งน้ำเสียลงระบบ โดยเริ่มการ Start Up ก่อนการใช้งานจริง ประมาณ 1 เดือน

พารามิเตอร์ที่ตรวจสอบ	น้ำเสียเข้า	น้ำในบ่อเติมอากาศ	น้ำเสียหลังการบำบัด
Flow	/	-	-
pH	/	/	/
Grease & Oil	/	-	/
BOD5	/	-	/
DO	-	/	-
SS	/	/	/
SV30	-	/	-
TDS	/	-	/

- ข. ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งช่างผู้ชำนาญงานมาตรวจสอบการทำงานของระบบ และวิเคราะห์คุณภาพ น้ำก่อน และหลังจากเข้าระบบบำบัดน้ำเสียอย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง เป็นระยะเวลา 1 ปี นับ จากวันส่งมอบงาน โดยเฉพาะใน 3 เดือนแรกจะต้องทำการตรวจสอบการทำงานของระบบ อาทิแต่ละครั้ง
- ค. การ Start Up ระบบตลอดจนการตรวจสอบและควบคุมระบบจะต้องอยู่ในความดูแลของวิศวกร สิ่งแวดล้อม หรือผู้ที่มีความรู้ในด้านระบบบำบัดน้ำเสียโดยเฉพาะ
- ง. ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำรายงาน และสรุปผลการเริ่มต้นการทำงานของระบบ (Start Up) และ การตรวจสอบ การทำงานของระบบ ซึ่งรวมถึงการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนและหลัง Hypochlorite ก็ได้ ให้บรรจุ ยา ดังกล่าวนี้นำเข้าไปในระบบต่อทิ้งไว้เป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 8 ชั่วโมง และในระหว่างระยะเวลานี้ให้เปิด-ปิด วาล์ว ทั้งหมดที่มี อยู่ในระบบเป็นครั้งคราว ให้น้ำยาไหลผ่านลงท่อระบายไปหลาย ๆ ครั้ง เมื่อครบกำหนด เวลา แล้วให้เปิดวาล์วทุกวาล์ว รวมทั้งวาล์วระบายน้ำทิ้งด้วย และใช้น้ำสะอาดไล่น้ำออกจากระบบจนกระทั่ง ปรากฏว่าน้ำที่ออกมามีคลอรีนอยู่ไม่ถึง 0.2 ส่วนในล้านส่วน (PPM จึงหยุดได้ และถือว่างานทำลายเชื้อใน ระบบได้เสร็จสิ้นแล้ว

2.7 การทดสอบระบบบำบัดน้ำเสีย

- ก. ผู้รับจ้างจะต้องทำการเริ่มต้นการทำงานของระบบ (Start Up) โดยการใช้เชื้อแบคทีเรียที่เหมาะสม (Seed) ใส่ลงไปเพื่อช่วยให้ระบบมีการใช้งานได้โดยเร็ว หลังจากเริ่มใช้งานและทำการตรวจ วิเคราะห์คุณภาพน้ำ ก่อน และหลังจากการผ่านเข้าระบบจนกระทั่งระบบมีการทำงานคงที่ (Stable) และได้คุณภาพน้ำออกจาก ระบบตามมาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องทำการ Start Up ระบบก่อนที่จะมีการทิ้งน้ำเสียลง ระบบ โดยเริ่มการ Start Up ก่อนการใช้งานจริง ประมาณ 1 เดือน

พารามิเตอร์ที่ตรวจสอบ	น้ำเสียเข้า	น้ำในบ่อเติมอากาศ	น้ำเสียหลังการบำบัด
Flow	/	-	-
pH	/	/	/
Grease & Oil	/	-	/
BOD5	/	-	/
DO	-	/	-
SS	/	/	/
SV30	-	/	-
TDS	/	-	/

- ข. ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งช่างผู้ชำนาญงานมาตรวจสอบการทำงานของระบบ และวิเคราะห์คุณภาพ น้ำก่อน และหลังจากเข้าระบบบำบัดน้ำเสียอย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง เป็นระยะเวลา 1 ปี นับ จากวันส่งมอบงาน โดยเฉพาะใน 3 เดือนแรกจะต้องทำการตรวจสอบการทำงานของระบบ อาทิแต่ละครั้ง
- ค. การ Start Up ระบบตลอดจนการตรวจสอบและควบคุมระบบจะต้องอยู่ในความดูแลของวิศวกร สิ่งแวดล้อม หรือผู้ที่มีความรู้ในด้านระบบบำบัดน้ำเสียโดยเฉพาะ
- ง. ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำรายงาน และสรุปผลการเริ่มต้นการทำงานของระบบ (Start Up) และ การตรวจสอบการทำงานของระบบ ซึ่งรวมถึงการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนและหลัง Hypochlorite ก็ได้ ให้บรรจุ ยา ดังกล่าวนี้นี้เข้าไปในระบบท่อทิ้งไว้เป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 8 ชั่วโมง และในระหว่างระยะเวลานี้ ให้เปิด-ปิด วาล์ว ทั้งหมดที่มี อยู่ในระบบเป็นครั้งคราว ให้น้ำยาไหลผ่านลงท่อระบายไปหลาย ๆ ครั้ง เมื่อครบกำหนด เวลา แล้วให้เปิดวาล์วทุกวาล์ว รวมทั้งวาล์วระบายน้ำทิ้งด้วย และใช้น้ำสะอาดไล่น้ำให้ออกจากระบบจนกระทั่ง ปรากฏว่าน้ำที่ออกมามีคลอรีนอยู่ไม่ถึง 0.2 ส่วนในล้านส่วน (PPM จึงหยุดได้ และถือว่างานทำลายเชื้อใน ระบบได้เสร็จสิ้นแล้ว

ส่วนที่ 9.

ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน

Approved Material and Manufacturers

1. วัตถุประสงค์

- 1.1 รายละเอียดในหมวดนี้ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ วัสดุ และอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับ ทั้งนี้คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้น ๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่กำหนดไว้ การเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากชื่อที่ให้ไว้นี้ ต้องแสดงเอกสารรายละเอียด และหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอ เพื่อการพิจารณาอนุมัติให้ใช้งานโดยมีคุณภาพเทียบเท่า
- 1.2 รายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ของวัสดุ และอุปกรณ์มาตรฐาน ให้เป็นไปตามรายการตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐานนี้

2. รายการตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer	Categories		
			A	B	C
2.1	<u>Cold Water & Flush Water Systems</u>				
2.1.1	<u>Constant Pressure Pump</u>				
	Syncloflo	USA			
	Aurora	USA			
	Bell & Gossett	USA			
	Paco	USA			
	Peerless	USA			
	Allis-Chalmers	USA			
	Worthington	UK			
	Pullen	UK			

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer	Categories		
			A	B	C
2.1.2	KSB	Germany			
	Ritz	Germany			
	Allweiler	Germany			
	Ebara	Japan			
	<u>Water Supply Pump</u>				
	Bell & Gossett	USA			
	Allis-Chalmers	USA			
	Aurora	USA			
	Worthington	USA			
	Peerless	USA			
2.1.3	Paco	USA			
	KSB	Germany			
	Ritz	Germany			
	<u>Coupling for Pump and Motor</u>				
2.1.4	Reynold	USA			
	Flender	Germany			
	Benzler	Sweden			
	<u>Gate Valve, Globe Valve</u>				
2.1.5	Watts	USA			
	Nibco	USA			
	Stockham	USA			
	Kenedy	USA			
	Crane	UK			
	Toyo	Japan			
	Tour & Andersson	Sweden			
	Kitazawa	Japan			
	<u>Butterfly Valve</u>				
	Keystone	USA			
	Stockham	USA			
	Kenedy	USA			
	Mueller	USA			
	Nibco	USA			
	Saunders	UK			
	Amri	France			
	Worldvalve	Holland			

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer	Categories		
			A	B	C
2.1.6	<u>Check Valve (Silent Type)</u> Metraflex Val-Matic Gestra Check Rite TRW-Mission	USA USA Germany Canada Australia			
2.1.7	<u>Check Valve (Wafer Type)</u> Check-Rite Duo-Check Val-Matic TRW Mission	USA USA USA Australia			
2.1.8	<u>Modulating Check Valve, Float Valve, Pressure Regulating Valve, Pressure Relief Valve</u> Cla-Val Muesco OCV Control Valve Singer Bermad	USA USA USA Canada Israel			
2.1.9	<u>Automatic Flush Valve</u> Toto Sana	Japan Thailand			
2.1.10	<u>Manual Flush Valve</u> Sloan Delany Toto	USA USA Japan			
2.1.11	<u>Self Closing Faucet</u> Toto Grohe	Japan Germany			
2.1.12	<u>Flexible Connector, Vibration Isolator</u> Mason Metraflex Vibration Mounting & Controls Proco Hyspan Tozen	USA USA USA USA USA Japan			

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer	Categories		
			A	B	C
2.1.13	<u>Water Hammer Absorber, Shock Absorber</u>				
	PPP	USA			
	Josam	USA			
	Zurn	USA			
	Watts	USA			
2.1.14	<u>Galvanized Steel Pipe Seamless</u>				
	NKK	Japan			
	Sumitomo	Japan			
	Nippon Steel	Japan			
	Kawazaki	Japan			
2.1.15	<u>Galvanized Steel Pipe (SEAM)</u>				
	Thai Steel Pipe	Local			
	Siam Steel Pipe	Local			
	Thai Union Steel Pipe	Local			
	First Steel Pipe	Local			
	High Pressure Steel Pipe	Local			
2.1.16	<u>Stainless Steel Pipe</u>				
	Thai Stainless Pipe Industry	Local			
	Sumitomo	Japan			
2.1.17	<u>Strainer</u>				
	Metraflex	USA			
	Hoffman	USA			
	Toyo	Japan			
	Kitazawa	Japan			
2.1.18	<u>Meter</u>				
	Kent	USA			
	Asahi	Japan			
	Aichi	Japan			
2.1.19	<u>Copper Tube</u>				
	Mueller Brass	USA			
	Yorkshire	UK			
	Sambo	Japan			
	Kemble	Australia			
2.1.20	<u>Ball Valve</u>				
	Watts	USA			
	Nibco	USA			

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer	Categories		
			A	B	C
2.1.21	Toyo	Japan			
	Kitazawa	Japan			
	<u>Plastic Ball Valve</u>				
2.1.22	GF	Switzerland			
	FIP	France			
	<u>Flow Regulator</u>				
2.1.23	Dole	USA			
	Tour & Andersson	Sweden			
	<u>Foot Valve</u>				
2.1.24	Val-Matic	USA			
	Socla	France			
	<u>Pressure Gauge & Snubber</u>				
2.1.25	Trerice	USA			
	Weksler	USA			
	Jumo	Germany			
2.1.25	Wika	Germany			
	<u>Automatic Air Vent</u>				
	Hoffman	USA			
2.2	Val-Matic	USA			
	Metraflex	USA			
	Armstrong	USA			
2.2	<u>Water Treatment System</u>				
2.2.1	<u>Water Softener Resin</u>				
2.2.2	Dowex	USA			
	Ionac	USA			
	Lewatit	Germany			
2.2.2	<u>Conductivity Controller</u>				
	Great Lake Instrument	USA			
	Unilco	USA			
2.2.3	Kent	UK			
	Prominent	Germany			
	<u>Water Meter & Transmitter</u>				
2.2.3	Turbo	Germany			
	Tokico	Japan			

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer	Categories		
			A	B	C
2.2.4	<u>Diaphragm Valve</u>				
	Aquamatic	USA			
	Saunders	UK			
2.2.5	<u>Solenoid Valve</u>				
	Danfoss	Denmark			
	Burkert	Germany			
2.2.6	<u>Ultraviolet Sterilizer</u>				
	Aquanomics	USA			
	Sanitron	USA			
	Hanovia	UK			
	Trojan	Canada			
2.2.7	<u>Cartridge Filter</u>				
	Filterite	USA			
	AMF Cuno	USA			
	Gelman Sciences	USA			
	Culligan	USA			
2.3	<u>Soil, Waste, Vent, Storm Drain System</u>				
2.3.1	<u>Cast-Iron Pipe</u>				
	TCP	Local			
	Knack	Local			
	Wenco	Local			
	Siam Syndicate	Local			
2.3.2	<u>Galvanized Steel Pipe (Seamless)</u>				
	NKK	Japan			
	Sumitomo	Japan			
	Nippon Steel	Japan			
	Kawazaki	Japan			
2.3.3	<u>Galvanized Steel Pipe (SEAM)</u>				
	Thai Steel Pipe	Local			
	Siam Steel Pipe	Local			
	Thai Union Steel Pipe	Local			
	First Steel Pipe	Local			
	High Pressure Steel Pipe	Local			
2.3.4	<u>PVC Pipe (Class 8.5, 13.5)</u>				
	Thai Pipe	Local			

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer	Categories		
			A	B	C
2.3.5	D-Plast	Local			
	Bangkok Paiboon Pipe	Local			
	TOA	Local			
	CAPC	Local			
	<u>Reinforced Concrete Pipe</u>				
	CCM	Local			
2.3.6	MCON	Local			
	<u>Floor Drain, Roof Drain, Floor Cleanout</u>				
	Wenco	Local			
	TCP	Local			
	Knack	Local			
	Chess	Local			
2.4	<u>Waste Treatment Plant</u>				
2.4.1	<u>Submersible Sewage Pump</u>				
	KSB	Germany			
	ABS	Germany			
	Flygt	Sweden			
	Pumpex	Sweden			
	Tsurumi	Japan			
	Ebara	Japan			
	Shinmaywa	Japan			
	Elepon	Japan			
2.4.2	<u>Sludge Circulating Pump (Submersible)</u>				
	KSB	Germany			
	ABS	Germany			
	Flygt	Sweden			
	Pumpex	Sweden			
	Tsurumi	Japan			
	Ebara	Japan			
	Shinmaywa	Japan			
	Elepon	Japan			
2.4.3	<u>Sludge Pump (Positive Displacement)</u>				
	Robbins Myers	USA			
	Seepex	USA			
	Mono	UK			

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer	Categories		
			A	B	C
2.4.4	Netzh <u>Sludge Transfer Pump</u>	Germany			
2.4.5	Gorman-Rupp <u>Effluent Pump</u> (Submersible)	USA			
	KSB	Germany			
	ABS	Germany			
	Flygt	Sweden			
	Pumpex	Sweden			
	Tsurumi	Japan			
	Ebara	Japan			
	Shinmaywa	Japan			
	Elepon	Japan			
2.4.6	<u>Submersible Aerator</u>				
	Frings	Germany			
	Tsurumi	Japan			
	Flymarator	Sweden			
2.4.7	<u>Submersible Ejector</u>				
	Frings	Germany			
	Tsurumi	Japan			
	Flymarator	Sweden			
	Shinmaywa	Japan			
2.4.8	<u>Chlorine Feed Pump</u>				
	CFG Prominent	Germany			
	Iwaki	Japan			
	N-Feeder	Japan			
2.4.9	<u>Chemical Dosing Pump</u>				
	CFG Prominent	Germany			
	Nihon Feeder	Japan			
	Iwaki	Japan			
2.4.10	<u>Air Blower</u>				
	Anlet	Japan			
	Tutthil MD Pneumatic	USA			
	Hick Hargreaves	UK			
	Unozawa	Japan			
	Robushi	Italy			
	Shinmaywa	Japan			

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer	Categories		
			A	B	C
2.4.11	<u>Air Diffuser Head</u> Discfuser Chicago Pump Eimco Rex FMC Aercor Envirex	USA USA USA USA USA USA USA			
2.4.12	<u>Static Sieve Screen</u> Local as Johnson Hycor Envirex	USA USA USA			
2.4.13	<u>Mechanical Bar Screen</u> Smith & Loveless Esmil Europelec Ebara Idreco	USA Holland France Japan Italy			
2.4.14	<u>Filter Press</u> Envirex Perrin Roediger Euro Technic Filtri Diemme Saltec Nighuis	USA USA USA UK Italy Sweden Holland			
2.4.15	<u>Filter Press Feed Pump</u> Netz Roobins Myers Seepex Allweiler Mono	USA USA Germany Germany UK			
2.4.16	<u>Floatation Unit</u> Biodetox Nighuis Sepa	USA Holland Australia			

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer	Categories		
			A	B	C
2.4.17	<u>Manhole Cover (Cast-Iron)</u>				
	Wenco	Local			
	Knack	Local			
	TCP	Local			
2.4.18	<u>Galvanized Steel Pipe (Seamless)</u>				
	NKK	Japan			
	Sumitomo	Japan			
	Nippon Steel	Japan			
	Kawazaki	Japan			
2.4.19	<u>Galvanized Steel Pipe (Seam)</u>				
	Thai Steel Pipe	Local			
	Siam Steel Pipe	Local			
	Thai Union Steel Pipe	Local			
	First Steel Pipe	Local			
	High Pressure Steel Pipe	Local			
2.4.20	<u>PVC Pipe (Class 8.5, 13.5)</u>				
	Thai Pipe	Local			
	D-Plast	Japan			
	Bangkok Paiboon Pipe	Local			
	TOA	Local			
	CAPC	Local			
2.4.21	<u>Cast-Iron Pipe</u>				
	Wenco	Local			
	TCP	Local			
	Siam Syndicate	Local			
	Knack	Local			
2.5	Swimming Pool and Spa System				
2.5.1	<u>Pump</u>				
	Starite	USA			
	Purex	USA			
	Certikin	USA			
2.5.2	<u>Diatomaceous Earth Filter</u>				
	Culligan	USA			
	Permutit	USA			
	Purex	USA			

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer	Categories		
			A	B	C
2.5.3	<u>High Rate Sand Filter</u> American Product Culligan Permutit	USA USA USA			
2.5.4	<u>Cartridge Filter for Pool</u> American Product Culligan Permutit	USA USA USA			
2.5.5	<u>Polybutylene Pipe</u> Wiik & Hougland Super Tube	Local Local			
2.5.6	<u>PVC Pipe</u> (Class 13.5) Thai Pipe D-Plast Bangkok Paiboon Pipe TOA CPAC	Local Local Local Local Local			
2.5.7	<u>Underwater Light</u> Purex American Product	USA USA			
2.5.8	<u>Gate Valve, Globe Valve</u> Watts Nibco Stockham Kenedy Crane Toyo Tour & Andersson Kitazawa	USA USA USA USA USA Japan Sweden Japan			
2.5.9	<u>Butterfly Valve</u> Stockham Kenedy Mueller Nibco Keystone Saunders	USA USA USA USA USA UK			

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer	Categories		
			A	B	C
2.5.10	Amri	France			
	Worldvalve	Holland			
	<u>Check Valve (Silent Type)</u>				
	Metraflex	USA			
	Val-Matic	USA			
	Gestra	Germany			
	Check Rite	Canada			
2.5.11	TRW-Mission	Australia			
	<u>Check Valve (Wafer Type)</u>				
	Duo-Check	USA			
	Val-Matic	USA			
	Check Rite	USA			
2.5.12	TRW-Mission	Australia			
	<u>Modulating Check Valve</u>				
	Cla-Val	USA			
	Muesco	USA			
	OCV Control Valve	USA			
2.5.13	Singer	Canada			
	Bermad	Israel			
	<u>Pressure Regulating Valve</u>				
	Cla-Val	USA			
	Muesco	USA			
2.5.14	OCV Control Valve	USA			
	Singer	Canada			
	bermad	Israel			
	<u>Pressure Relief Valve</u>				
	Cla-Val	USA			
2.5.15	Muesco	USA			
	OCV Control Valve	USA			
	Singer	Canada			
	bermad	Israel			
	<u>Float Valve</u>				
	Cla-Val	USA			
	Muesco	USA			
	OCV Control Valve	USA			
	Singer	Canada			

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer	Categories		
			A	B	C
2.5.16	bermad	Israel			
	<u>Chemical Feed Pump</u>				
	CFG Prominent	Germany			
2.5.17	Nihon Feeder	Japan			
	Iwaki	Japan			
	<u>PH & Chlorine Controller</u>				
2.6	CFG Prominent	Germany			
	Kent	UK			
	Irrigation System				
2.6.1	<u>HDPE Pipe</u>				
	Wiik & Hougland	Local			
	TAP	Local			
2.6.2	Siam Pipe	Local			
	<u>PB Pipe</u>				
	Wiik & Hougland	Local			
2.6.3	Supertube	Local			
	<u>PVC Pipe (Class 13.5)</u>				
	Thai Pipe	Local			
2.6.4	D-Plast	Local			
	Bangkok Paiboon Pipe	Local			
	TOA	Local			
2.6.5	CAPC	Local			
	<u>Galvanized Steel Pipe</u>				
	Thai Steel Pipe	Local			
2.6.6	Siam Steel Pipe	Local			
	Thai Union Steel Pipe	Local			
	First Steel Pipe	Local			
2.6.6	High Pressure Steel Pipe	Local			
	<u>Sprinkler Head</u>				
	Rainbird	USA			
2.6.6	Toro	USA			
	Rain-O-Mat	USA			
	Naan	Israel			
2.6.6	<u>Gate Valve, Globe Valve</u>				
	Watts	USA			

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer	Categories		
			A	B	C
2.6.7	Nibco	USA			
	Stockham	USA			
	Kenedy	USA			
	Crane	UK			
	Toyo	Japan			
	Tour & Andersson	Sweden			
	Kitazawa	Japan			
	<u>Butterfly Valve</u>				
	Stockham	USA			
	Kenedy	USA			
	Mueller	USA			
	Nibco	USA			
	Keystone	USA			
	Saunders	UK			
2.6.8	Amri	France			
	Worldvalve	Holland			
	<u>Check Valve (Silent Type)</u>				
	Metraflex	USA			
	Val-Matic	USA			
	Gestra	Germany			
	Check Rite	Canada			
	TRW-Mission	Australia			
	<u>Check Valve (Wafer Type)</u>				
	Duo-Check	USA			
2.6.9	Val-Matic	USA			
	Check Rite	USA			
	TRW-Mission	Australia			
	<u>Float Valve</u>				
	Cla-Val	USA			
2.6.10	Muesco	USA			
	OCV Control Valve	USA			
	Singer	Canada			
	Bermad	Israel			
	<u>Ball Valve</u>				
	Watts	USA			
	Nibco	USA			

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer	Categories		
			A	B	C
2.6.12	Toyo	Japan			
	Kitazawa	Japan			
	<u>Plastic Ball Valve</u>				
	GF	Switzerland			
	FIP	France			
2.7	Hot Water System				
2.7.1	<u>Hot Water Circulating Pump</u>				
	Aurora	USA			
	Worthington	USA			
	Peerless	USA			
	Paco	USA			
	Allweiler	Germany			
2.7.2	<u>Hot Water Heat Exchanger</u>				
	Adamson	USA			
	Petterson & Kelly	USA			
	Bell & Gossett	USA			
2.7.3	<u>Gas Water Heater</u>				
	A.O. Smith	USA			
	Rheem	USA			
	Enerhot	Australia			
2.7.4	<u>Electric Water Heater</u>				
	A.O. Smith	USA			
	Rheem	USA			
2.7.5	<u>Instantaneous Electric Water Heater</u>				
	Siemens	Germany			
	Stiebel Eltron	Germany			
	Vaillant	Germany			
	National	Japan			
2.7.6	<u>Gate Valve, Globe Valve</u>				
	Nibco	USA			
	Stockham	USA			
	Kenedy	USA			
	Crane	USA			
	Toyo	Japan			

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer	Categories		
			A	B	C
2.7.6	<u>Gate Valve, Globe Valve</u>				
	Nibco	USA			
	Stockham	USA			
	Kenedy	USA			
	Crane	USA			
	Toyo	Japan			
2.7.7	<u>Check Valve (Modulating Type)</u>				
	Cla-Val	USA			
	Muesco	USA			
	OCV Control Valve	USA			
	Singer	Canada			
	Bermad	Israel			
2.7.8	<u>Ball Valve</u>				
	Nibco	USA			
	Toyo	Japan			
	Kitazawa	Japan			
2.7.9	<u>Galvanized Steel Pipe Seamless</u>				
	NKK	Japan			
	Nippon Steel	Japan			
	Kawasaki	Japan			
	Sumitomo	Japan			
2.7.10	<u>Copper Tube</u>				
	Mueller Brass	USA			
	Yorkshire	UK			
	Sambo	Japan			
2.7.11	<u>Fibreglass Insulation</u>				
	Asahi	Japan			
	Microfibre	Thailand			
2.7.12	<u>Calcium Silicate</u>				
	Promat	Germany			
	Asahi (ASK)	Japan			
2.7.13	<u>Expansion Joint</u>				
	Hyspan	USA			
	Treflex	USA			
	Vibration Mounting & Controls	USA			
	Hydra	Germany			

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer	Categories		
			A	B	C
2.7.14	BOA	Switzerland			
	<u>Pressure Regulating Valve</u>				
	Cla-Val	USA			
	Muesco	USA			
	OCV Control Valve	USA			
	Singer	Canada			
2.7.15	Bermad	Israel			
	<u>Flow Regulator & Balancing Valve</u>				
	Dole	USA			
2.7.16	Tour & Andersson	Sweden			
	<u>Strainer</u>				
	Metraflex	USA			
	Hoffman	USA			
2.7.17	Toyo	Japan			
	<u>Pressure Gauge & Snubber, Thermometer</u>				
	Terice	USA			
	Weksler	USA			
	Jumo	Germany			
2.7.18	Wika	Germany			
	<u>Automatic Air Vent</u>				
	Hoffman	USA			
	Val-Matic	USA			
	Metraflex	USA			
	Armstrong	USA			
2.8	Steam System				
2.8.1	<u>Steam Boiler</u>				
	Clever Brooks	USA			
	Thompson Cockran	USA			
	York-Shiple	USA			
	Loos	Germany			
2.8.2	<u>Black Steel Pipe Seamless</u>				
	Nippon	Japan			
	NKK	Japan			
	Sumitomo	Japan			
	Kawazaki	Japan			

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer	Categories		
			A	B	C
2.8.3	<u>Gate Valve, Globe Valve, Check Valve, Strainer</u>				
	Powell	USA			
	Crane	UK			
	Toyo	Japan			
2.8.4	<u>Steam Trap, Sightglass</u>				
	Gestra	USA			
	Spirax Sarco	UK			
2.8.5	<u>Pressure Reducing Valve</u>				
	Fisher	USA			
	ITT Hoffman	USA			
	Spirax Sarco	UK			
2.8.6	<u>Motorized Valve</u>				
	Honeywell	USA			
	Johnson Control	USA			
	Samson	Germany			
2.8.7	<u>Expansion Joint</u>				
	Hyspan	USA			
	Hydra	Germany			
	BOA	Switzerland			
2.8.8	<u>Insulation</u>				
	Bradford	Malaysia			
	Lapinus	Netherland			
2.8.9	<u>Deaerator</u>				
	Clever Brooks	USA			
	York-Shipley	USA			
2.8.10	<u>Condensate Receiver Unit</u>				
	Paco	USA			
	Bell & Gossett	USA			
2.8.11	<u>Fuel Oil Pump</u>				
	Viking	USA			
	Allweiler	Germany			
2.9	River Water Local Manufacturer				
	Aqua Thai				
	Hydrotech				
	Salcon				

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer	Categories		
			A	B	C
	Unitech				
2.10	Electrical & Control				
2.10.1	<u>Electrical Conductor</u>				
	Phelps Dodge	Thailand			
	Thai Yazaki	Thailand			
	Bangkok Cable	Thailand			
2.10.2	<u>Electrical Conduit</u>				
	Abbso	Thailand			
	Matsushita	Japan or Thailand			
	Maruichi	Japan			
	TSP	Thailand			
	TAS	Thailand			
	CDC	Thailand			
	UI	Thailand			
2.10.3	<u>Switchgear Circuit Breaker, Safety Switch</u>				
	Square-D	USA			
	GE	USA			
	Westinghouse	USA			
	ITE	USA			
	Sylvania	USA			
	AEG	Germany			
	Siemens	Germany			
	Merlin Gerin	France			
	ABB	Switzerland or Sweden			
	Mitsubishi	Japan			
	Fuji	Japan			
	Terasaki	Japan			
2.10.4	<u>Magnetic Contactor and Control Relay</u>				
	Klockner-Moeller	Germany			
	AEG	Germany			
	Siemens	Germany			
	Fuji	Japan			
	Mitsubishi	Japan			
	ABB	Switzerland			
	Sprechcher & Schuh	Switzerland			

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer	Categories		
			A	B	C
2.10.5	Telemechanique	France			
	<u>Motor</u>				
	Siemens	Germany			
	VEM	Germany			
	Brook	UK			
	Newman	UK			
	Crompton	UK			
	Mitsubishi	Japan			
	ABB	Switzerland			
	Asea	Sweden			
	US. Motor	USA			
2.10.6	<u>LV Switchboard Local Manufacturer</u>				
	B. Grimm	Local			
	Berli Jucker	Local			
	Asea	Local			
	U-Tah Industry	Local			
	PMK	Local			
	Sahachai	Local			
2.10.7	<u>Metering and Associated Equipment</u>				
	Westinghouse	USA			
	Siemens	Germany			
	AEG	Germany			
	Fuji	Japan			
	Mitsubishi	Japan			
	ABB	Sweden, Switzerland			
2.10.8	<u>Level Controller</u>				
	VEGA	Germany			
2.10.9	<u>Floatless Switch</u>				
	Omron	Japan			
	National	Japan			
2.10.10	<u>Float Switch</u>				
	Tzurumi	Japan			
	National	Japan			
	Flygt	Sweden			
	Ebara	Japan			
	ABS	German			

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer	Categories		
			A	B	C
2.10.11	<u>Fire Barrier System</u>				
	3M	USA			
	GE	USA			
	Wormald	USA			
	Furukawa	Japan			
	KBS	Germany			

หมวด 17
งานระบบแก๊สทางการแพทย์

ส่วนที่ 1.
ข้อกำหนดและความต้องการทางด้านเทคนิค

1. ขอบเขตของงาน

- 1.1 ขอบเขตของงานครอบคลุมถึงการจัดหา ติดตั้ง และทดสอบเครื่อง อุปกรณ์ระบบ ระบบแก๊สทางการแพทย์ซึ่งติดตั้งทั้งภายนอกและภายในอาคารดังแสดงไว้ในแบบและข้อกำหนด เพื่อให้ได้งานสมบูรณ์และถูกต้อง
- 1.2 ระบบระบบแก๊สทางการแพทย์ประกอบด้วยรายการดังต่อไปนี้.-
- ก. ระบบท่อจ่ายแก๊สออกซิเจน(Oxygen System)
 - ข. ระบบสุญญากาศทางการแพทย์(Medical Vacuum System)
 - ง. ระบบอากาศอัดทางการแพทย์(Medical Compressed Air System)
 - จ. ระบบท่อจ่ายแก๊สไนตรัสออกไซด์ (Nitrous Oxide System)
 - ฉ. ระบบอากาศอัดความดันสูง(High Pressure Medical Compressed Air System)
 - ช. ระบบกำจัดยาสลบส่วนเกิน (Waste An aesthetic Gas Disposal System)
 - ซ. ระบบท่อต่าง ๆ
 - ณ. ระบบไฟฟ้าสำหรับงานระบบแก๊สทางการแพทย์
- 1.3 ให้ผู้รับจ้างอำนวยความสะดวกแก่ผู้รับจ้างติดตั้งระบบการจัดการพลังงาน (Chiller Management System:CMS)

2. สถาบันมาตรฐาน

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นมาตรฐานทั่วไปของวัสดุอุปกรณ์ การประกอบและการติดตั้งที่ระบุไว้ในแบบและรายละเอียดประกอบแบบเพื่อใช้อ้างอิงสำหรับงานตามสัญญาในโครงการนี้ให้ถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้.-

- ก. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก)
- ข. NFPA 99 Standard For Health Care Facilities
- ค. CGA V-1 Standard for Compressed Gas Cylinder Valve Outlet and Inlet Connection
- ง. CGA V-5 Diameter Index Safety System
- จ. CGA G-4.1 Cleaning Equipment for Oxygen Service
- ฉ. AWS A5.8 Specification for Filler Material for Brazing and Braze Welding
- ช. CSA Z305.1-1992 Non Flammable Medical Gas Piping System
- ซ. ASTM B819 Standard Specification for Seamless Copper Tape for Medical Gas System
- ณ. ASTM B88 Standard Specification for Seamless Copper Tube for Water, Gas and Sanitation

ส่วนที่ 2.
อุปกรณ์ระบบแก๊สทางการแพทย์

1. ระบบจ่ายแก๊สออกซิเจน

ระบบจ่ายแก๊สออกซิเจน ประกอบไปด้วยแหล่งจ่ายแก๊ส 2 แหล่งแยกอิสระจากกัน

1.1 แหล่งจ่ายแก๊สหลัก (Primary supply source)

- ถังเก็บออกซิเจน (Bulk Liquid Oxygen)
ออกแบบตามมาตรฐาน ASME Section VIII หรือ DIN EN 13458 CRYOGENIC VESSEL STATICS VACUUM INSULATED VESSELS โดยจัดเตรียมขนาดถังเพื่อทำการสำรองแก๊สออกซิเจนไว้ 14 วัน ถังเก็บออกซิเจนเหลวควรทนแรงดันได้ 250 PSI.
- Vaporizer
Vaporizer เป็นชนิด Ambient-air heated ออกแบบตามมาตรฐาน ASME Section VIII และแรงดันที่ Vaporizer สามารถทนได้ รวมทั้งสามารถรองรับปริมาณการใช้แก๊สออกซิเจน
- A liquid oxygen control panel
จัดเตรียมไว้สำหรับ Final regulation ที่แรงดัน 60 PSI ของระบบท่อจ่ายแก๊ส การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 99 และทำการติดตั้ง Pressure relief valve ตั้งค่าไว้ที่ 75 PSI เพื่อรักษาแรงดันในระบบไม่ให้เกินค่าที่ตั้งไว้ Liquid oxygen control panel จะต้องเชื่อมต่อกับระบบแก๊สออกซิเจนสำรองในกรณีที่แหล่งจ่ายแก๊สหลักไม่ทำงานได้
Duplex pressure regulators และ Valve ติดตั้งให้เชื่อมต่อกับ control the pipeline pressure.
The integral control circuit จะต้องเชื่อมต่อกับ a pressure raising coil, economizer valve, relief valves และ bursting discs for maximum safety การทำงานของถังออกซิเจนเหลว เป็นระบบอัตโนมัติทั้งหมด Vessels, valves และระบบท่อแก๊ส จะต้องถูกทำความสะอาดและทำการไล่แก๊สไนโตรเจนออกก่อนที่จะมีการจ่ายแก๊ส
- An alarm system
แสดงระบบเตือนแก๊สออกซิเจน ที่อาคารพลังงาน และให้ผู้รับจ้างถังออกซิเจนเป็นผู้แนะนำความเหมาะสมในการเตรียมสัญญาณเตือน
- Emergency oxygen inlet
ติดตั้ง Emergency oxygen inlet connection เพื่อสะดวกในการเข้าถึงการเติมแก๊สออกซิเจน โดยผู้รับจ้างจะต้องทำการประสานงานตำแหน่ง Emergency oxygen inlet connection กับวิศวกรผู้ควบคุม โดยแหล่งจ่ายแก๊สหลัก จัดเตรียมโดยโรงพยาบาล

1.2 แหล่งจ่ายแก๊สสำรอง (Secondary supply source)

จัดเตรียม Fully automatic compressed gas cylinder manifold system โดยให้สามารถสำรองปริมาณแก๊สให้ใช้ได้อย่างต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง ภายหลังจากแหล่งจ่ายแก๊สหลักมีปัญหา ตามมาตรฐาน NFPA 99

ส่วนที่ 3.
ระบบท่อ
Media Gas Piping System

1. ท่อสำหรับแก๊สทางการแพทย์

- 1.1 ท่อสำหรับแก๊สทางการแพทย์ได้แก่ระบบท่อจ่ายแก๊สออกซิเจน (Oxygen System), ระบบอากาศอัดทางการแพทย์(Medical Compressed Air System), ระบบท่อจ่ายแก๊สไนตรัสออกไซด์ (Nitrous Oxide System) และระบบกำจัดยาเสพติดส่วนเกิน (Waste An aesthetic Gas Disposal System) ที่มีความดันใช้งานไม่เกิน 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ให้ใช้ท่อทองแดงชนิด Hard Drawn Copper Tube Seamless Type L ตามมาตรฐาน ASTM B-819
- 1.2 ท่อสำหรับแก๊สทางการแพทย์ได้แก่ระบบสุญญากาศทางการแพทย์ (Medical Vacuum System) ให้ใช้ท่อทองแดงชนิด Hard Drawn Copper Tube Seamless Type L ตามมาตรฐาน ASTM B-88 หรือ ระบบจ่ายแก๊สไนโตรเจน (ถ้ามี)
- 1.3 ท่อสำหรับแก๊สทางการแพทย์ได้แก่ระบบอากาศอัดความดันสูง (High Pressure Medical Compressed Air System) มีความดันใช้งาน 200-300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ให้ใช้ท่อทองแดงชนิด Hard Drawn Copper Tube Seamless Type K ตามมาตรฐาน ASTM B-88
- 1.4 ข้อต่อ (Copper Tube Fittings) เป็นแบบ Wrought Copper Welded Fitting (Brazing joint) วัสดุเชื่อมประสานเป็นแบบ Silver Brazing Alloy ตามมาตรฐาน AWS Class BCuP-5 โดยมีอุณหภูมิหลอมละลาย (Melting Temperature) ไม่น้อยกว่า 1,000 Degree F สามารถทนแรงดันใช้งานได้ 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
- 1.5 ท่อ Discharge จากระบบสุญญากาศทางการแพทย์ (Medical Vacuum System) กำหนดให้ใช้ท่อเหล็กอบสังกะสีชนิดหนาปานกลาง ตามมาตรฐาน มอก. พร้อมข้อต่อ (Fittings) สำหรับท่อเหล็กอบสังกะสี เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้ตามมาตรฐาน มอก.

ตารางเปรียบเทียบขนาดท่อทองแดง

Outside Diameter (mm.)	Nominal Side Diameter (inch)
15	1/2
22	3/4
28	1
35	1 1/4
42	1 1/2
54	2
67	2 1/2
76	3
108	4

ส่วนที่ 4.

วาล์วและอุปกรณ์ประกอบระบบแก๊สทางการแพทย์

Valves and Accessories

1. ความต้องการโดยทั่วไป

- 1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งวาล์วที่มีคุณสมบัติ และลักษณะที่ถูกต้องทั้งทางด้านเทคนิคและข้อกำหนดให้เป็นไปตามแบบและรายการ จนสามารถใช้การได้ดี และสมบูรณ์ตามที่ต้องการ
- 1.2 วาล์วที่ไม่ได้แสดงไว้ในแบบ แต่มีความจำเป็นและทำให้ระบบสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งให้ด้วยโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ เพิ่มขึ้น
- 1.3 วาล์วที่มีลักษณะเดียวกัน จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน และต้องเป็นแบบที่มีลักษณะ คุณสมบัติเหมาะสมออกแบบมาสำหรับระบบแก๊สทางการแพทย์เท่านั้น
- 1.4 วาล์วต้องสามารถทนแรงดันใช้งาน (W.O.G. Pressure Rating) ได้ไม่น้อยกว่า 250 ปอนด์ต่อตร.นิ้ว หรือตามที่ระบุไว้ในแบบและในรายละเอียดของวาล์วแต่ละชนิด โดยจะต้องผ่านการทดสอบแรงดันไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของแรงดันใช้งาน (W.O.G. Pressure Rating) จากผู้ผลิต

2. Shut-off Valves

- 2.1 Shut-off valve เป็นแบบ Ball Valves
- 2.2 Ball Valves ตัวเรือนทำด้วย Bronze เป็นแบบ Full Port Design มีอุปกรณ์ที่สามารถป้องกันการหลุดขณะที่มีการใช้ความร้อนในเชื่อมได้ (4-Bolt Blow-out Proof System) สามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 600 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
- 2.3 Compound Rubber Seat Ring ทำด้วย Teflon , Seal ทำด้วย Viton จะต้องมีลักษณะยืดหยุ่นดีและทนทานต่อการสึกกร่อน และปิดได้สนิท
- 2.4 Ball Valves จะต้องมีการ Stub Extension ทำด้วยทองแดงชนิด Hard Drawn Copper Tube Type K ทั้ง 2 ด้าน เพื่อใช้ในการเชื่อมต่อระบบแบบ Brazing Joint
- 2.5 Ball Valves จะต้องมีการทำความสะอาดและล้างคราบไขมันเพื่อใช้งานในระบบออกซิเจน จะต้องมีการปิดด้วย Plastic Cap ที่ปลายทั้ง 2 ด้านบรรจุในถุงพลาสติกอย่างดีเพื่อป้องกันการปนเปื้อน

3. Zone Valve Box

- 3.1 Zone Valve Box ต้องมีรูปร่าง ขนาด และวัสดุที่ใช้ตามที่ระบุในแบบ ประกอบด้วยกล่องบรรจุวาล์ว , วาล์วพร้อมด้วย Tube Extension , Aluminum Window Frame และ บานเปิด บานเปิดจะต้องสามารถเปิดได้ 180 องศา การติดตั้งจะต้องติดตั้ง ลอย ผัง หรือตั้งพื้นตามที่ระบุไว้ในแบบ
- 3.2 กล่องบรรจุวาล์วทำด้วยแผ่นเหล็กขึ้นรูป เบอร์ 18 พร้อมด้วยทาสีกันการกัดกร่อนด้วยระบบสี Baked Enamel Finish
- 3.3 โครงบานเปิด (Window Frame) อย่างน้อยทำด้วย Anodized Aluminum และทำการยึดติดกับกล่องบรรจุวาล์วด้วยสกรู , บานเปิดทำด้วยพลาสติกใสพร้อมด้วย Pull-out Ring
- 3.4 Shut-off valve เป็นแบบ Ball Valvesตามรายละเอียดข้างต้น
- 3.5 Pressure Gauges เป็นแบบ Bourdon Typeเส้นผ่าศูนย์กลาง 35 มิลลิเมตร (1 1/4 นิ้ว) ออกแบบสำหรับใช้ติดตั้งกับ Tube Extension ของตัววาล์ว Pressure Gauges สามารถอ่านความดันใช้งานของระบบแก๊สทางการแพทย์ได้ 0-100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ยกเว้นระบบอากาศอัดความดันสูง (High Pressure Medical Compressed Air System) สามารถอ่านความดันใช้งานของระบบแก๊สทางการแพทย์ได้ 0-300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และระบบสุญญากาศทางการแพทย์(Medical Vacuum System) สามารถอ่านความดันใช้งานของระบบแก๊สทางการแพทย์ได้ 0-30 นิ้ว-ปรอท

4. ระบบสัญญาณเตือนหลัก (MASTER ALARM)

4.1 ระบบสัญญาณเตือนหลัก (MASTER ALARM) ระบบการทำงานเป็นแบบ CLOSED CIRCUIT SELET MORNITORING, MICROPROCESSOR CONTROL ทำหน้าที่เตือนทั้งแสงและเสียงที่ความดังไม่น้อยกว่า 80 dbA ที่ 1 เมตร เมื่อการทำงานของระบบท่อจ่ายกลางทางการแพทย์ทั้งหมดผิดปกติ ซึ่งประกอบด้วย อุปกรณ์หลักต่างๆ ดังนี้

- ANNUNCIATOR MODULE เป็นหน่วยแสดงผลและควบคุม การปรับตั้งต่าง ๆ ประกอบด้วย หน้าจอแสดง ข้อมูล แบบ VACUUM FLUORESCENT DISPLAY แสดงผลได้ไม่น้อยกว่า 40 ตัวอักษร สามารถตั้ง ข้อความตามต้องการได้
- ส่วน MULTIPLEX MODULE แสดงผล LED (LIGHT EMITTING DIODE) มีเสียงและแสงเพื่อแสดงสถานะ ของแก๊ส สามารถแสดงสถานะไม่น้อยกว่า 64 สัญญาณ โดยทำงานร่วมกับ ANNUNCIATOR และ INPUT BOARD

ระบบสัญญาณเตือน จะต้องมีความชัดเจนและจำนวนจุดและสัญญาณเตือนหลักของการเตือนทั้งหมด ทุกระบบจะต้องถูก แสดงไว้อย่างชัดเจน และครบถ้วนระบบสัญญาณเตือนนี้จะต้องติดตั้งแสดงไว้ในห้องช่าง และ/หรือ ตามตำแหน่งใน แบบ ภายหลังการติดตั้ง จะต้องทำการตรวจสอบระบบสัญญาณเตือน เพื่อให้มั่นใจได้ว่าทำงานถูกต้องตามขั้นตอน ไม่ว่าจะเป็นหน้าที่การ ทำงาน (FUNCTION) ตำแหน่งการติดตั้งที่เหมาะสม และ SET POINT ต่างๆ

- สัญญาณเตือนหลัก จะต้องได้รับมาตรฐาน CSA และ UL

4.2 สัญญาณเตือนหลัก จะต้องตรวจสอบการทำงานของระบบแก๊สทางการแพทย์ ดังนี้

4.2.1 Oxygen Liquid Supply

- Oxygen Primary Liquid Level Low
- Oxygen Secondary Liquid Level Low
- Oxygen Line Pressure
- Oxygen Line Pressure High

4.2.2 Oxygen Cylinder Supply

- Oxygen Reserve Cylinders In Use
- Oxygen Line Pressure
- Oxygen Line Pressure High

4.2.3 Nitrous Oxide Cylinder Supply

- Nitrous Oxide Reserve Cylinders In Use
- Nitrous Oxide Line Pressure
- Nitrous Oxide Line Pressure High

4.2.4 Medical Air Compressor (Oil-less)

- Medical Air Compressor High Temperature Shutdown (Each Pump)
- Medical Air High Dew Point
- Medical Air High CO
- Medical Air Plant Line Pressure
- Medical Air Pressure High
- Motor Overload

4.2.5 Vacuum System.

- High Inlet Vacuum Shut down

- Vacuum Pumps High Temperature Shutdown (Each Pump)
- Vacuum Line Pressure
- Motor Overload

การแจ้งเตือนมีภาวะอาจปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับมาตรฐานของผลิตภัณฑ์มาตรฐานที่นำมาใช้โดยขออนุมัติจากผู้ออกแบบก่อนดำเนินการ

- 4.3 ระบบสัญญาณเตือนหลักและระบบสัญญาณเตือนเฉพาะที่ ทุกเครื่อง สามารถต่อเชื่อมเพื่อแสดงผลสถานะผิดปกติหรือ เพื่อการตรวจสอบสถานะ การทำงานของระบบสัญญาณเตือน ทั้งหมด โดยส่งสัญญาณ ผ่านระบบ LAN ที่ทางโครงการฯ จัดเตรียมให้ไว้ ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมชุดคอมพิวเตอร์ 1 ชุด พร้อมเครื่องพิมพ์สี เพื่อใช้ในการแสดงผลดังกล่าว

5. ระบบสัญญาณเตือนเฉพาะพื้นที่ (Digital Area Alarm)

เป็นระบบตรวจสอบความผิดปกติของระบบแก๊สทางการแพทย์ ตามพื้นที่ ๆ ระบบนี้เป็นระบบ (Closed circuit, Self monitoring, Microprocessor Control) ประกอบด้วย

- ส่วน Annunciator ส่วนนี้ติดตั้งหม้อแปลงไฟ อุปกรณ์ส่งสัญญาณเสียง 90 dBA ปุ่มทดสอบการทำงาน ปุ่มตั้งค่าเพิ่มเติม - ลด ปุ่มยกเลิกสัญญาณเสียงชั่วคราวและปุ่มสัญญาณสีเขียวแสดงเมื่อระบบสัญญาณเตือนทำงานปกติ
- ส่วนแสดงผล จะมีส่วนแสดงผลเท่าจำนวนแก๊สที่พื้นที่ที่ตรวจสอบ พร้อมอักษรและสัญลักษณ์ของแก๊สกำกับ แต่ละส่วนแสดงผลจะแสดงด้วยตัวเลข แบบ Digital (ด้วย LED Light Emitting Diode) ซึ่งปรับความสว่างได้ตามสภาวะแวดล้อม ส่วนแสดงผลจะแสดงค่าความดันและ สัญญาณของแก๊สที่ตรวจสอบ ในหน่วย psig, inHg, mmHg หรือ kPa มีค่าการเปลี่ยนแปลงทีละ 1 psig, 1 inHg, 1 mmHg หรือ 1kPa แต่ละส่วนแสดงผลจะมี LED สีเขียวแสดงสภาวะปกติของความดันหรือสัญญาณ และ LED สีแดงแสดงภาวะ ต่ำหรือสูงของความดันหรือสัญญาณของแก๊สนั้นๆ
- สัญญาณเตือนเฉพาะพื้นที่ จะต้องได้รับมาตรฐาน CSA และ UL

6. High Pressure Cylinder Manifold

- 6.1 ชุด Manifold ประกอบด้วย Primary Bank Cylinder และ Secondary Bank Cylinder ทำด้วย Non-Ferrous สามารถทนแรงดันใช้งานได้ที่ 3,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ซึ่งออกแบบให้สามารถจ่ายแก๊สทางการแพทย์ที่ความดันคงที่อย่างสม่ำเสมอ ระบบสามารถทำสลับการทำงานโดยอัตโนมัติ (Automatic Changing Over) ในกรณีที่ความดันที่จ่ายเข้าสู่ระบบลดลง
- 6.2 ชุด Manifold Controller ประกอบด้วยชุดวาล์วลดความดัน 2 ชุด (Duplex Line Pressure Regulator w/ Gauge) , Built-in Safety Valve, Manifold Header Valve and Check Valve, Service Connection Valve , และ Relief Valve ติดตั้งใน Box ตามมาตรฐานผู้ผลิต
- ชุด Manifold Controller จะต้องสามารถส่งสัญญาณแสดงทำงานได้ (สัญญาณเป็นแบบ Mechanical Switchover Contact)
- 6.3 ชุด Manifold Controller ประกอบด้วยสถานการณ์แสดงผลอย่างน้อย ดังนี้
- Green LED (in use) สำหรับ Primary Bank Cylinder และ Secondary Bank Cylinder
 - Amber LED (Ready) สำหรับ Primary Bank Cylinder และ Secondary Bank Cylinder
 - Red LED (Empty) สำหรับ Primary Bank Cylinder และ Secondary Bank Cylinder
- 6.4 ชุด Manifold Controller จะต้องตรงตามมาตรฐาน NFPAได้รับมาตรฐาน UL และ CGA

7. Medical Gas Outlet

- 7.1 Medical Gas Outlet จะต้องประกอบสมบูรณ์จากโรงงาน ทดสอบ และออกแบบมาสำหรับ Clean Oxygen Service ได้รับมาตรฐาน UL Listed และ CSA Certified
 - 7.2 Medical Gas Outlet เป็นแบบ Ohmeda Compatible , Chemitron Compatible , Puritan-Bennett Compatible หรือ แบบระบบ DISS ตามที่ทางโรงพยาบาลจะกำหนดภายหลัง
 - 7.3 Medical Gas Outlet ออกแบบเป็น Modular Design ซึ่งสามารถจะติดตั้งหลายๆอันต่อกันได้ โครง Medical Gas Outlet ทำด้วยแผ่นเหล็กความหนาไม่น้อยกว่าเบอร์ 16 ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมการติดตั้งหลายๆ Outlet จะต้องมียุ้งระยะห่างระหว่างหัว 127 มิลลิเมตร
 - 7.4 Medical Gas Outlet จะต้องแสดงรหัสสีที่ชัดเจนสำหรับการใช้งานระบบแก๊สแต่ละชนิดและต้องมีแผ่นปิดที่ทำด้วย Chrom-Plated หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต
 - 7.5 ภายใน Medical Gas Outlet มีท่อทองแดงชนิด Hard Drawn Copper Tube Seamless Type K ตามมาตรฐาน ¼ นิ้ว เชื่อมติดกับ Body Outlet (Brass Construction) ด้วย Silver Brazing
- สำหรับระบบที่มีความดันมากกว่าบรรยากาศ Medical Gas Outlet จะต้องมียุ้ง Primary Check Valve และ Secondary Check Valve ตามมาตรฐาน NFPA

ส่วนที่ 5.

ข้อกำหนดเกี่ยวกับการติดตั้ง

Piping Installation

1. ความต้องการทั่วไป

การติดตั้งท่อระบบแก๊สทางการแพทย์จะต้องติดตั้งให้แนวท่อมีแนวขนานและตั้งฉากกับอาคาร แนวผนังของอาคาร และแนวผนังของ ฝ้ากันซึม อย่าให้เจอหรือเอียงจากแนวอาคาร

ช่องว่างระหว่างท่อและอุปกรณ์หรือเครื่องจักร จะต้องเผื่อที่ไว้ให้เพียงพอสำหรับการเข้าไปบำรุงรักษา เพื่อให้การใช้งานของระบบต่าง ๆ มีประสิทธิภาพที่ดี

การติดตั้งท่อให้ได้ท่อที่ตรงและต่อเนื่องยาวที่สุดเท่าที่สามารถจะทำได้ ยกเว้นจะมีข้อต่อหรือท่อแยกหรือท่อ รวม (Headers)

2. ลักษณะการเดินท่อ (Appearance)

ลักษณะการเดินท่อ การติดตั้งท่อต้องกระทำด้วยความปราณีต ปรากฏความเป็นระเบียบเรียบร้อยแก่สายตาการ เลี้ยว การหักมุม การเปลี่ยนแนวระดับ ต้องใช้ข้อต่อที่เหมาะสม ให้กลมกลืนกับลักษณะรูปร่างของอาคารในส่วน นั้น ๆ แนวท่อต้องให้ขนานหรือตั้งฉากกับอาคารเสมอ อย่าให้เจอหรือเอียงจากแนวอาคาร หากที่ใดต้องแขวนท่อจากเพดานหรือจากโครงสร้างเหนือศีรษะ และมีได้กำหนดตำแหน่งที่แน่นอนไว้ในแบบแล้วต้องแขวนท่อนั้นชิดข้างบนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทั้งนี้เพื่อมิให้ท่อนั้นเป็นที่กีดขวางแก่สิ่งติดตั้งที่เพดานหรือเหนือศีรษะ เช่น โคมไฟ ท่อลม ฯลฯ เป็นต้นผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแนวระดับท่อของระบบต่าง ๆ ให้แน่นอนเสียก่อน การติดตั้งระบบท่อ ระบบใดระบบหนึ่งเพื่อมิให้ท่อเหล่านั้นกีดขวางกัน

3. ฝีมืองาน (Workmanship)

ฝีมืองานผู้รับจ้างจะต้องใช้ช่างซึ่งชำนาญงานโดยเฉพาะมาปฏิบัติงานติดตั้งระบบ และอุปกรณ์ และต้องควบคุมการทำงานช่างเหล่านั้นให้ดำเนินไปโดยชอบด้วยหลักปฏิบัติดังต่อไปนี้

- ก. การตัดต่อแต่ละท่อ ต้องให้ได้ระยะพอดีตามความต้องการที่ใช้งาน ณ จุดนั้น ๆ ซึ่งเมื่อต่อบรรจบกันแล้ว ต้องได้แนวท่อที่สม่ำเสมอไม่คดและคลาดเคลื่อนจากแนวไป
 - ข. การติดตั้งท่อ ต้องวางในลักษณะที่เมื่อเกิดการหดตัวหรือขยายตัวของท่อ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิแล้วไม่ทำให้เกิดการเสียหายแก่ตัวท่อนั้นเอง หรือแก่สิ่งใกล้เคียง ระบบท่อที่มีการขยายตัวและหดตัวมากต้องจัดให้มี Expansion Loop หรือ Expansion Joint ในที่ ๆ จำเป็นและเหมาะสมด้วย ถึงแม้จะไม่ได้กำหนดไว้ในแบบแปลนก็ตาม
 - ค. การตัดท่อ ให้ใช้เครื่องสำหรับตัดท่อทองแดงโดยเฉพาะ และต้องคว้านปากท่อชุดเศษท่อที่ฝังติดค้างอยู่ปากท่อออกเสียให้หมด
 - ง. ทันทิศที่ต้องเปลี่ยนแนวหรือทิศทางของท่อ ให้ใช้ข้อต่อตามความเหมาะสม (ข้อต่อ หมายถึง ข้อโค้ง ข้องอ สามตา ฯลฯ เป็นต้น) ห้ามมีการงอท่อแทนการใช้ข้องอ และหากมีการเปลี่ยนแปลงขนาดของท่อ ณ จุดใดให้ใช้ข้อลดเท่านั้น
4. การวางตำแหน่งของส่วนประกอบการเดินทางท่อ (Location of Device)
การวางตำแหน่งของส่วนประกอบการเดินทางท่อ บรรดาส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบท่อ เช่น วาล์ว เกจวัดความดัน ฯลฯ เป็นต้น ต้องวางให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมกับการใช้งานโดยปกติ และสามารถถอดซ่อม บำรุงหรือเปลี่ยนใหม่ได้โดยง่าย
5. การเก็บรักษาท่อ (Storage and Cleaning)
การเก็บรักษาและการป้องกันการชำรุดบุบสลายของท่อระหว่างการติดตั้งให้ ผู้รับจ้างปฏิบัติตาม แนวทางดังต่อไปนี้
- ก. ท่อควรเก็บไว้บนชั้นเหล็กที่เหมาะสมภายในโกดังที่มีหลังคาคลุมและฝาปิดไม่ควรวางกองกับพื้น เพื่อป้องกันการเกิดสนิมและมีเศษวัสดุอยู่ภายในท่อ
 - ข. ก่อนการติดตั้งท่อ จะต้องทาสีรองภายในท่อเอาเศษผงออกให้หมด และเช็ดดูภายนอกท่อให้สะอาด
 - ค. ปลายท่อทุกปลายควรใช้ปลั๊กอุดหรือฝาท่อครอบเกลียวครอบไว้ หากต้องละจากงานต่อท่อในส่วนนั้นไป ชั่วคราว
 - ง. ระหว่างการติดตั้งท่อ ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังและป้องกันไม่ให้เศษวัสดุต่าง ๆ ตกหล่นเข้าไปในท่อ และผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบความเสียหายที่เกิดขึ้น
 - จ. วาล์วและข้อต่อ และส่วนประกอบอื่นสำหรับการติดตั้งท่อให้ตรวจดูภายในและทำความสะอาดภายในให้ทั่ว ถึงก่อนนำมาประกอบติดตั้ง
 - ช. เมื่อได้กระทำการติดตั้งเสร็จสมบูรณ์แล้วต้องตรวจดูความเรียบร้อย และทำความสะอาดอุปกรณ์เหล่านี้อย่างทั่วถึง เพื่อส่งมอบงานให้แก่เจ้าของโครงการในสภาพที่ปราศจากตำหนิและข้อบกพร่องและใช้การได้ตามวัตถุประสงค์ของเจ้าของโครงการเป็นอย่างดี
6. การต่อท่อเข้าอุปกรณ์ (Connections to Equipment)
การต่อท่อเข้าเครื่องจักร ถังลม และอุปกรณ์ต่าง ๆ จะต้องต่อท่อเข้าในลักษณะที่ไม่ให้เกิดมีแรงกดหรือแรงดึง ระหว่างท่อและอุปกรณ์นั้น ให้ใช้ยูเนียนหรือหน้าแปลนต่อก่อนเข้าอุปกรณ์เหล่านั้นเพื่อการถอดอุปกรณ์ออกหรือ เคลื่อนย้าย
7. การหดตัวของท่อน้ำ (Differential Settlement)
การติดตั้งระบบท่อจะต้องติดตั้งในลักษณะที่เมื่อภายหลังเกิดการหดตัวของเหล็กยึดท่อ หรือการหดตัวของ ระดับพื้นที่ไม่เท่ากัน จะต้องไม่เกิดอันตรายหรือความเสียหายกับท่อน้ำนั้น และปัญหาสามารถป้องกันได้โดยติดตั้งอุปกรณ์เพิ่ม เช่น Flexible Connections หรือการเดินทางท่อ Offsets หรือการทำ Loops ในจุดที่คาดว่าจุดนั้นจะมี การหดตัวในอนาคต

8. ปลอกท่อลอด แผ่นปิดพื้น ผนังและเพดาน (Sleeves and Escutcheons)

8.1 ปลอกท่อลอด (Sleeve and Block Out)

- ก. การวาง Sleeve การตัดเจาะและการซ่อมแซมสิ่งกีดขวางหากมีสิ่งก่อสร้างใด ๆ กีดขวางแนวของท่อแล้วผู้รับจ้างต้องแจ้งรายละเอียดให้แก่ผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการทราบพร้อมกับเสนอวิธี การตัดเจาะสิ่งกีดขวางนั้น กับวิธีการซ่อมแซมกลับคืนด้วย และต้องได้รับอนุญาตจากผู้ควบคุมงานก่อน ผู้รับจ้างต้องใช้ช่างที่มีความชำนาญในการนั้นโดยเฉพาะ และต้องกระทำด้วยความ ระมัดระวัง
- ข. Sleeves, Block Out, Cutting and Patching ท่อที่เดินผ่านฐานรากหรือผนัง ฝากั้น และเพดาน นอกอาคาร ต้องติดตั้งโดยอาศัยหลักการทางด้านวิศวกรรมอย่างเคร่งครัด
- ค. ตรงตำแหน่งที่ท่อ ปล่อง ฯลฯ จะต้องเดินผ่านพื้น หรือกำแพง หรือคอนกรีต ให้เป็นหน้าที่ของ ผู้รับจ้างที่จะต้องจัดหาและติดตั้ง Sleeve หรือ Block Out ต่าง ๆ เท่าที่จำเป็น
- ง. ทุกครั้งที่ผู้รับจ้างทำการเจาะ ตัด ปะ เพื่อติดตั้งใด ๆ เกี่ยวกับงานของตนต้องขอความเห็นชอบ ต่อวิศวกรควบคุมงานก่อนเสมอ
- จ. Sleeves ที่ผ่านกำแพงภายนอกต้องป้องกันมิให้น้ำซึมผ่านได้ และทำด้วยเหล็กดำ (Standard Weight Black Steel Pipes) พร้อมทั้งมี Water Stop Ring กว้าง 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว)
- ฉ. Sleeves ที่ผ่านกำแพงอิฐภายใน ใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี
- ช. Sleeves ที่ผ่านกำแพงอิฐ หรือคอนกรีตที่ไม่จำเป็นต้องเป็นแบบกันซึมให้ใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี
- ซ. Sleeves ที่ผ่านกำแพงภายในที่ทำด้วยวัสดุอื่น ๆ นอกเหนือไปจากกำแพงอิฐทำด้วยเหล็ก อาบสังกะสี
- ณ. Sleeves ต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน ขนาดใหญ่กว่าเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของท่อ (รวม ฉนวนหุ้มถ้ามี) ที่ลอดผ่านภายในไม่ต่ำกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) และผู้รับจ้างต้องใช้ใยแอส เบสตอสอัดช่องว่างระหว่าง ท่อกับ Sleeves ให้แน่นทุกแห่ง ถ้าเป็นผนังกันไฟต้องอุดแน่นด้วย วัสดุทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง
- ญ. Sleeves ที่พื้นอาคารต้องฝังให้ปลอกสูงกว่าระดับพื้นที่ตกแต่งแล้ว 40 มิลลิเมตร (1 1/2 นิ้ว) เมื่อเดินท่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้อัดช่องว่างท่อกับปลอกท่อลอดด้วยวัสดุประเภทซิลิโคนให้ แน่นและเรียบร้อยจนแน่ใจว่าน้ำรั่วซึมผ่านไม่ได้

8.2 แผ่นปิดพื้น ผนัง และเพดาน (Escutcheon)

- ก. ทุก ๆ จุดที่ท่อเดินทะลุผ่านผนัง ฝากั้น เพดาน และพื้นอาคารซึ่งตกแต่งผิวหน้าแล้ว ผู้รับจ้าง ต้องจัดการปิดช่องโหว่ทั้งทางเข้า-ออกของท่อด้วยแผ่นเหล็กชุบโครเมียม ซึ่งมีขนาดโตพอที่จะ ปิดช่องรอบ ๆ ท่อได้อย่างมิดชิด แผ่นเหล็กชุบโครเมียมที่ใช้ปิดที่เพดานและผนังต้องยึดด้วย สลักเกลียวแบบเช็ทสกรู ห้ามใช้คลิปลสปริง
- ข. ขนาดท่อ 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ความหนาของแผ่นปิด 2 มิลลิเมตร ความกว้าง โดยรอบท่อ 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ปีกโดยรอบกว้าง 1 เซนติเมตร
- ค. ท่อขนาด 125 มิลลิเมตร (5 นิ้ว) และใหญ่กว่า ความหนาของแผ่นปิด 3 มิลลิเมตร ความกว้าง โดยรอบท่อ 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ปีกโดยรอบกว้าง 1 เซนติเมตร
- ง. แผ่นปิด (Escutcheon) เมื่อติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องแลดูสวยงาม เรียบปราศจากรอยบุบ และรอยขีด ข่วน

9. การต่อท่อน้ำ (Pipe Joints)

9.1 การต่อท่อแบบเกลียว (Joint for Threaded Pipe)

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

- ข. การเลือกอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มี Threaded Ends เช่น วาล์วและข้อต่อต่าง ๆ เป็นต้น ถ้าระบบการสั่ง ทำประเภทเกลียวได้ให้เลือกสั่งเกลียวตามมาตรฐาน BS 21 TR (ISO R7) หรือ BS 21 (ISO R 228) ในการต่อท่อกับอุปกรณ์ที่มีเกลียวแบบ NPT (ตามมาตรฐาน ANSI B 2.1) อาจใช้ Thread Conversion Fitting ร่วมในการประกอบท่อได้
- ค. ปลายท่อที่ตัดทำเกลียวเสร็จแล้ว ต้องคว้านปากปาดเอาเศษที่ติดอยู่โดยรอบทิ้งออกให้หมด
- ง. ใช้ Pipe Joint Compound หรือ Teflon Tape หุ้มเฉพาะเกลียวตัวผู้ เมื่อขันเกลียวแน่นแล้ว เกลียวต้องเหลือให้เห็นได้ไม่เกิน 2 เกลียวเต็ม

9.2 การต่อท่อน้ำแบบหน้าแปลน (Joint for Flanged Pipe)

- ก. เลือกมาตรฐานขนาดหน้าแปลน และการเจาะรูให้เหมาะสมกับมาตรฐานท่อ (Outside Diameter) ที่เลือกใช้ใช้งานและหน้าแปลนที่ติดประกอบมากับอุปกรณ์ต่าง ๆ หน้าแปลนที่ใช้ประกอบกับท่อ โดยทั่วไปต้องเป็นแบบเชื่อม
- ข. การยึดจับหน้าแปลนต้องจัดให้หน้าสัมผัส (Facing Flange) ได้แนวนานกัน การเชื่อมหน้า แปลนกับตัวท่อ ให้เชื่อมที่ขอบทั้งด้านนอกและด้านใน ยกเว้นหน้าแปลนชนิด Neck Flange ที่ เชื่อมเฉพาะแนวด้านนอกท่อ
- ค. สลักเกลียว (Bolt) และน็อต (Nut) ที่ใช้กับหน้าแปลนโดยทั่วไปใช้เป็น Stainless Steel สลักเกลียว ต้องมีความยาวพอเหมาะกับการยึดหน้าแปลน เมื่อขันเกลียวต่อแล้วปลายโผล่จากน็อตไม่น้อย กว่า 1/4 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของสลักเกลียว

9.3 การต่อท่อน้ำแบบบัดกรี (Soldered or Brazing Joint for Copper Pipe)

- ก. ปลายท่อทองแดงที่จะนำมาต่อเชื่อมต้องตัดให้ได้ฉาก ลบเศษคมออกให้หมด ทำความสะอาด ปลายท่อภายนอกและภายใน Fitting
- ข. ใช้แปรงทา Solder Flux ที่ปลายท่อและ Fitting สวมต่อท่อแล้วทำการเชื่อมประสาน อุณหภูมิ การเผาและปริมาณ Flux ที่ใช้ต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตโดยเคร่งครัด โดยเฉพาะการ ใช้ Solder แบบ Silver Brazing น้ำบัดกรีส่วนเกินต้องเช็ดออกให้หมดก่อนจะปล่อยให้เย็นตัวลง เปอร์เซ็นต์เงินเชื่อมต้องไม่น้อยกว่า 5%
- ค. การเชื่อมที่ระบบท่อสำหรับแก๊สทางการแพทย์ด้วยวิธี Brazing joint จะต้องทำการPurgeด้วยไนโตรเจนแห้งตลอดเวลาเพื่อป้องกันการตกค้างของโลหะที่ใช้ในการบัดกรี
- ง. ท่อสำหรับแก๊สทางการแพทย์ที่ใช้ท่อทองแดงชนิด ตามมาตรฐาน ASTM B-88 ภายหลังการติดตั้ง กำหนดให้ทำการล้างระบบท่อด้วยสารละลาย Sodium Carbonate หรือ Trisodium Phosphate ที่อัตราส่วน 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 30 ลิตร ละลายในน้ำร้อนและเป่าให้แห้ง
- จ. ท่อสำหรับแก๊สทางการแพทย์ที่เดินฝังใต้ดิน จะต้องทำการติดตั้งใน PVC Sleeve ตลอดความ ยาวท่อตามมาตรฐาน NFPA 50 และ NFPA 99

10. ที่แขวนและที่รองรับท่อ (Steel Hangers and Supports)

- 10.1 การแขวนโยงท่อและยึดท่อ ท่อที่เดินภายในอาคารและไม่ได้ฝังต้องแขวนโยง หรือยึดติดไว้กับโครงสร้าง ของอาคารอย่างมั่นคงแข็งแรง อย่าให้โยกคลอนแกว่งไกวได้ การแขวนโยง ท่อที่เดินตามแนวราบ ให้ใช้ เหล็กรัดท่อตามขนาดของท่อรัดไว้และที่แขวน ที่รับ หรือที่ยึดท่อ ซึ่งทำขึ้นนี้ต้องเป็นชนิดที่ทำขึ้นเพื่อการ นี้โดยเฉพาะ เพื่อการแขวนการรับ การยึดท่อเท่านั้น ห้ามมิให้น้ำวัสดุมาัดแปลงต่อกันเข้าเป็นการแก้ ปัญหาเฉพาะหน้าเป็นอันตรายที่แขวนรองรับ หรือที่ยึดนี้ต้องมีลักษณะคล้ายคลึงกับผลิตภัณฑ์ของ Grinnel หรือ Unistrut ที่แขวนยึด ถ้าใช้ที่รองรับฝังไว้กับคอนกรีต และต้องผูกติดกับเหล็กเสริมคอนกรีตอย่างมั่นคง หรืออาจใช้ Expansion Bolt แทนก็ได้ หากมีท่อหลายท่อเดินตามแนวราบขนานกับเป็นแพ จะใช้เสาแหยกแขวนรับไว้ทั้งชุดแทนใช้เหล็กรัดท่อแขวนแต่ละท่อก็ได้ ผู้รับจ้างต้องจัดหา

อุปกรณ์ที่ใช้ประโยชน์ได้เท่ากันมาใช้แทน ห้ามแขวนท่อด้วยโซ่ ลวด เชือก หรือสิ่งอื่นใดที่มีลักษณะไม่มั่นคงแข็งแรง
อุปกรณ์ การยึดและแขวนท่อภายในอาคารทำด้วยเหล็กทาสี ภายนอกอาคารหรือฝังดินทำด้วยเหล็กชุบ Galvanized
หรือ Stainless Steel แล้ว ทาสีตามรหัสและสัญลักษณ์สีในหมวด "การทาสีป้องกันการ ผุกร่อนและรหัสสี"
ถ้าการแขวนท่อเป็นแบบเสาแทรกจะต้องใช้ Expansion Bolt 2 จุดตามขนาดของท่อและขนาดของ Expansion Bolt
ดังนี้

	Normal Pipe Size	Fixing Size
	mm (Inches)	mm (Inches)
	Up to 65 (2 1/2)	6 (1/4)
	80 (3) to 150 (6)	9 (3/8)
	200 (8) to 300 (12)	12 (1/2)
10.2	ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหา วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือและแรงงาน ในการติดตั้งที่แขวนท่อ หรือที่รองรับท่อ	
10.3	ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบ Shop Drawing อธิบายถึงลักษณะ ขนาด และความหนาของเหล็กที่ใช้ตามขนาด ต่าง ๆ กัน เพื่อเสนอขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานเสียก่อน ก่อนดำเนินการทำที่แขวนและที่รองรับท่อ	
10.4	ที่แขวนและที่รองรับท่อจะต้องรับน้ำหนักได้อย่างเพียงพอ ภายใต้ตำแหน่งที่ถูกต้องและสามารถใช้การได้ ดีในสภาพการใช้งานปกติ	
10.5	ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อ จะต้องสามารถปรับให้สูง-ต่ำได้ตามความต้องการที่เหมาะสม	
10.6	ในตำแหน่งที่มีการติดตั้ง Expansion Joints หรือ Expansion Loops จะต้องมียุกรณ์ยึดท่อไว้ให้แน่น หนาแข็งแรง ในตำแหน่งที่ถูกต้องเพื่อการขยายตัวหรือหดตัวของท่อ โดยไม่เกิดอันตรายกับท่อและ อุปกรณ์	
10.7	ที่แขวนท่อที่รองรับท่อ และที่ยึดท่อจะต้องได้รับการทาสีกันสนิมและสีจริง โดยให้เป็นไปตามหมวด "การ ทาสีป้องกันการ ผุกร่อนและรหัสสี"	
10.8	ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อ ที่ติดตั้งอยู่ภายนอกอาคาร แต่อยู่เหนือระดับพื้นดิน หรือติดตั้งอยู่บนสะพาน เติบโต จะต้องเป็นเหล็ก Hot-Dip Galvanized. น๊อต, สกรู แหวน และเหล็กรัดท่อ จะต้องทำด้วย Cadmium-Plated Steel.	
10.9	ที่แขวนท่อ, ที่รองรับท่อ, น๊อต, สกรู, แหวน และที่รัดท่อ ซึ่งติดตั้งฝังอยู่ใต้ดิน ทั้งหมดนี้จะต้องทำด้วย Stainless Steel.	
10.10	ที่รองรับท่อที่เป็นเหล็กฉาก, เหล็กทรงน้ำ หรืออุปกรณ์รองรับท่อต่าง ๆ ที่ติดตั้งอยู่ในรางคอนกรีต (Concrete Trench) จะต้องเป็นเหล็ก Hot-Dip Galvanized น๊อต, สกรู แหวน และเหล็กรัดท่อจะ ต้องทำด้วย Stainless Steel.	
10.11	ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อ ซึ่งติดตั้งอยู่ในห้องเครื่องจักรต่าง ๆ จะต้องติดตั้ง Spring Vibration Isolator ครอบคลุม เข้าไปอีกด้วย เพื่อป้องกันเสียงและการสั่นสะเทือนที่จะไปรบกวนกับห้องหรืออาคารข้าง เคียง	
10.12	Anchor รองรับท่อในแนวดิ่งให้เป็นไปตามแบบรายละเอียดเพื่อป้องกัน Under Strain จะต้องเป็น Heavy Forged หรือ Welded Construction แยกต่างหากจาก Support	
10.13	Anchor สำหรับรองรับท่อในแนวนอนเพื่อป้องกัน Strain จาก Offsets จะต้องเป็น Forged Wrought Iron Clamped ยึดอย่างแน่นหนา	
10.14	ท่อในแนวดิ่งจะต้องเพิ่มการยึดตรงฐานของท่อบริเวณหักเลี้ยวทุกท่อด้วย	
10.15	ท่อทุกชนิดที่วางอยู่ฝังดิน ต้องวางอยู่บนที่อัดแน่นตลอดแนวความยาวของท่อ และเมื่อกลบดินแล้วต้อง อัดดินให้แน่น โดยการบดอัดดินเป็นชั้น ๆ ตามที่ระบุในแบบ	
10.16	ระหว่าง Expansion Joints หรือ Expansion Loops ต้องมี Anchor ติดตั้งไว้ตำแหน่งของ Expansion Joints หรือ Loops จะได้กำหนดในภายหลัง	
10.17	ห้ามใช้ที่รองรับท่อชนิดอื่น ๆ เช่น ลวด เชือก ไม้ โซ่ ซึ่งไม่ได้ระบุไว้มาใช้รองรับท่อ	

- 10.18 ผู้ติดตั้งต้องรับผิดชอบในการจัดหา วาง Concrete Insert และ Anchor Rod และทำงานเกี่ยวกับโครงสร้างอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับการติดตั้งที่รับท่อต่าง ๆ
- 10.19 ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อจะมีขนาดและรายละเอียดดังที่ระบุไว้ในแบบ แต่ผู้ทำการติดตั้งจะต้องรับผิดชอบในการเพิ่มขนาดเหล็กแขวนท่อ และความหนาของเหล็กเพื่อให้เหมาะสมกับน้ำหนักของท่อในส่วนที่จำเป็น
- 10.20 ท่อที่ติดตั้งในแนวดิ่งหรือแนวตั้ง และท่อแนวราบหรือแนวระดับให้ยึดแขวนตามระยะ และขนาดเหล็กที่ ระบุในตารางต่อไป

ตารางสำหรับการยึดแขวนท่อ

ระยะห่างระหว่างจุดยึดแขวน

(เมตร)

ขนาดท่อ (Nominal Pipe Size)(นิ้ว)	ขนาดของเหล็กเส้น มิลลิเมตร	ท่อทองแดง	
		แนวราบ	แนวดิ่ง
1/4	9	1.5	4.57
3/8	9	1.8	4.57
1/2	9	1.8	4.57
3/4	9	2.0	4.57
1	9	2.5	4.57
1 1/4	9	2.7	4.57
1 1/2	9	3.05	4.57
2 ขึ้นไป	9	3.05	4.57

11. แผ่นปิดพื้น ผนังและเพดาน (Floor, Wall and Ceiling Plate)

ทุก ๆ จุดที่เดินท่ผ่านผนัง ฝ้ากัน เพดานและพื้นอาคารซึ่งตกแต่งผิวหน้าแล้ว ผู้รับจ้างต้องจัดการปิดช่องโหว่ทั้ง ทางเข้า-ออกของท่อด้วยแผ่นเหล็กชุบโครเมียม ซึ่งมีขนาดโตพอที่จะปิดช่องรอบ ๆ ท่อได้อย่างมิดชิด แผ่นเหล็ก ชุบโครเมียมที่ใช้ปิดที่เพดานและผนังต้องยึดด้วยสลักเกลียวแบบเช็ทสกรู ห้ามใช้คลิปลบริง

12. การสกัดเจาะและการซ่อมแซม (Cutting and Repairing)

การติดตั้งท่อต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง ควรจะวาง Sleeve ก่อนเสมอ เพื่อหลีกเลี่ยงการสกัดเจาะส่วนที่เป็นโครงสร้างของอาคาร การสกัดเจาะส่วนที่เป็นโครงสร้างของอาคาร จะกระทำได้ต่อเมื่อได้รับการอนุมัติจากผู้ ควบคุมงานโดยเฉพาะ เสียก่อนความเสียหายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการสกัดเจาะนี้ ผู้รับจ้างต้องซ่อมแซมให้ถูกวิธีและเรียบร้อยด้วยช่างที่มีฝีมือดีเพื่อการนี้โดยเฉพาะ

13. ระดับท่อ (Invert Elevation)

ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบขยาย การจัดระดับท่อต่าง ๆ ให้ผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อนจึงจะทำการติดตั้งได้

ส่วนที่ 6.

การอุดช่องเดินท่อ ช่องเจาะ ด้วยวัสดุป้องกันไฟและควันลาม

Fire Barrier System

1. ความต้องการทั่วไป
เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นแก่บุคคลที่อยู่ภายในอาคาร อันเนื่องมาจากการเกิดเพลิงลุกไหม้จากบริเวณหนึ่งไป ยังบริเวณหนึ่ง โดยอาศัยช่องและทางเดินท่อหรือช่องเจาะ จึงกำหนดให้ใช้วัสดุป้องกันไฟและควันลามตามกำหนด ใน NEC Article 300-21 และ ASTM
2. คุณสมบัติของวัสดุ
 - 2.1 อุปกรณ์หรือวัสดุที่ใช้ป้องกันไฟและควันลาม ต้องเป็นอุปกรณ์หรือวัสดุที่ UL รับรอง
 - 2.2 อุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าว ต้องป้องกันไฟได้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง
 - 2.3 อุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าวต้องไม่เป็นพิษขณะติดตั้งหรือขณะเกิดเพลิงไหม้
 - 2.4 สามารถถอดออกได้ง่ายในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข
 - 2.5 ทนต่อการสั่นสะเทือนได้ดี
 - 2.6 ติดตั้งง่าย
 - 2.7 อุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลาม ต้องมีความแข็งแรงไม่ว่าก่อนหรือหลังเพลิงไหม้
 - 2.8 อุปกรณ์หรือวัสดุที่จะนำมาใช้ ต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน
3. การติดตั้ง
 - 3.1 ให้ติดตั้งอุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลามตามตำแหน่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้.-
 - ก. ช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนัง พื้น หรือคาน และซาฟท์ท้อต่าง ๆ ซึ่งได้เตรียมไว้ สำหรับการใช้งาน ติดตั้งระบบท่อ หลังจากที่ได้ติดตั้งท่อไปแล้ว และมีช่องว่างเหลืออยู่ระหว่างท่อกับแผ่นปิดช่องท่อ
 - ข. ช่องเปิดหรือช่องลอด (Block out or Sleeve) ที่เตรียมการไว้สำหรับติดตั้งระบบท่อในอนาคต
 - ค. ช่องเปิดหรือช่องลอด (Block out or Sleeve) ที่ใช้สายไฟฟ้าหรือท่อร้อยสายไฟฟ้าที่มีช่องว่างอยู่ แม้เพียงช่องเล็กน้อยก็ตาม
 - ง. ภายในท่อที่วางทะลุพื้นคอนกรีต ผนังคอนกรีต ซึ่งเป็นผนังทนไฟ เพื่อป้องกันไฟและควันลาม ตามท่อ
 - 3.2 กรรมวิธีการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องเสนอขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน

ส่วนที่ 7.

การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี

Painting and Color Code

1. ความต้องการทั่วไป
 - 1.1 ในผิวนานโลหะทุกชนิดก่อนนำเข้าไปติดตั้งในหน่วยงานต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันการผุกร่อน และ/ หรือการทาสีตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ทุกประการ วิธีการทาสีต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำของบริษัท ผู้ผลิตสี โดยเคร่งครัด เครื่องจักร อุปกรณ์ หรือวัสดุใด ๆ ที่ได้ผ่านการป้องกันการผุกร่อน และทาสีจากโรงงานผู้ผลิตมาแล้ว หากตรวจพบว่ามีรอยถลอก ขูดขีด รอยคราบสนิมจับและอื่น ๆ ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซมขัดถู และทาสีให้เรียบร้อย โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน

- 1.2 ในระหว่างการทาสีใด ๆ ก็ตาม ผู้รับจ้างต้องหาวิธีป้องกันมิให้สีหยดลงบนพื้น ผนัง และอุปกรณ์ใกล้เคียงอื่น ๆ หากเกิดการหยดเป็นอันต้องทำความสะอาดทันที ผลเสียหายใด ๆ ที่เกิดขึ้น ต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น ในการทาสีท่อและที่แขวนท่อจะต้องทาสีโดยใช้สีและชนิดของสีตามรหัสสีและ สัญลักษณ์สี
2. การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี
- 2.1 พื้นผิวโลหะที่เป็นเหล็ก หรือโลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก
- ก. ให้ใช้เครื่องขัดสนิมตามรอยต่อเชื่อม และตำแหน่งต่าง ๆ จากนั้นใช้แปรงลวดหรือกระดาษทรายขัดผิวงานให้เรียบ และปราศจากสนิมหรืออาจใช้วิธีพ่นทรายเพื่อกำจัดคราบสนิมและเศษวัตถุแปลกปลอมออก จากนั้นจึงทำความสะอาดผิวงานไม่ให้มีคราบไขมันหรือน้ำมันเคลือบผิวหลงเหลืออยู่ โดยใช้ น้ำมันประเภทระเหยไว (Volatile Solvent) เช่น ทินเนอร์ หรือน้ำมันก๊าดเช็ดถูหลาย ๆ ครั้ง แล้วใช้น้ำสะอาดล้างอีกครั้งหนึ่งจนผิวงานสะอาดพร้อมกับเช็ดหรือเป่าลมให้แห้งสนิทจึงทาสีรองพื้นตามคำแนะนำของผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด
- ข. ในกรณีที่ผิวงานนั้นเคยถูกทาสีมาก่อน ต้องขูดสีเดิมออกก่อน จึงเริ่มทำตามกรรมวิธีดังกล่าวข้างต้น
- 2.2 พื้นผิวโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็ก
- ให้ทำความสะอาดโดยใช้กระดาษทราย แล้วเช็ดด้วยน้ำมันสน ห้ามใช้เครื่องขัดหรือแปรงลวดโดยเด็ดขาด แล้วจึงทาสีรองพื้น
- 2.3 พื้นผิวสังกะสีและเหล็กที่เคลือบสังกะสี
- ให้น้ำยาเช็ดถูเพื่อขจัดคราบไขมันและฝุ่นออกก่อนทาสีรองพื้น
- 2.4 พื้นผิวทองแดง ตะกั่ว พลาสติก ทองเหลือง
- ให้ขัดด้วยกระดาษทรายก่อนแล้วใช้น้ำยาเช็ดถูกำจัดฝุ่นก่อนทาสีรองพื้น
3. การทาหรือพ่นสี
- 3.1 ในการทาสีแต่ละชั้น ต้องให้สีที่ทาไปแล้วแห้งสนิทก่อน จึงให้ทาสีชั้นต่อไปได้
- 3.2 สีที่ใช้ทา ประกอบด้วยสี 2 ส่วนคือ
- ก. สีรองพื้นใช้สำหรับป้องกันสนิม และ/หรือ เพื่อให้ยึดเกาะระหว่างสีทับหน้ากับผิวงาน
- ข. สีทับหน้าใช้สำหรับเป็นสีเคลือบชั้นสุดท้าย เพื่อใช้เป็นการแสดงรหัสของระบบต่าง ๆ ชนิดสีที่ใช้ ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม
- 3.3 ประเภทหรือชนิดของสีที่ใช้ ให้เป็นไปตามระบุในตารางข้อ 4
4. ตารางการใช้ประเภทสีตามชนิดของวัสดุในสภาวะแวดล้อม

ชนิดของวัสดุ	บริเวณทั่วไป	บริเวณที่มีความชื้นสูง, บริเวณที่มีการผูกเรือนสูง
- Black Steel Hanger & Support	ชั้นที่ 1 Red Lead Primer ชั้นที่ 2 Red Lead Primer	ชั้นที่ 1 Epoxy Red Lead Primer ชั้นที่ 2 Epoxy Red Lead Primer
- Black Steel Sheet	ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd	ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Epoxy
- Switchboard, Panel-Board ซึ่งทำจาก Black Steel Sheet	ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Alkyd	ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Epoxy
- Galvanized Steel Pipe	ชั้นที่ 1 Wash Primer	ชั้นที่ 1 Wash Primer
- Galvanized Steel Hanger & Support	ชั้นที่ 2 Zinc Chromate Primer ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd	ชั้นที่ 2 Epoxy Red Lead Primer ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Epoxy

- Galvanized Steel Sheet	ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Alkyd	ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Epoxy
ในกรณีที่ไม้ได้ระบุรหัสสี ให้ใช้สี ทับหน้าเป็นสีอะลูมิเนียม		
- Stainless Steel Pipe	ชั้นที่ 1 Wash Primer	ชั้นที่ 1 Wash Primer
- Stainless Steel Sheet	ชั้นที่ 2 สีทับหน้า Alkyd	ชั้นที่ 2 สีทับหน้า Epoxy
- Aluminium Steel Pipe	ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd	ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Epoxy
- Aluminium Steel Sheet		
- Light Alloy		
- Lead		
- Conduit Clamp		
- Copper Tube	ชั้นที่ 1 Epoxy Primer ชั้นที่ 2 สีทับหน้า Alkyd Enamel ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd Enamel	ชั้นที่ 1 Epoxy Primer ชั้นที่ 2 สีทับหน้า Epoxy ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Epoxy

หมายเหตุ:- ในกรณีที่มีการซ่อมสีเนื่องจากการเชื่อม การตัดการเจาะ การขีดหรือการทำเกลียว ให้ใช้สีรองพื้นจำพวก Zinc Rich Primer ก่อนลงสีทับหน้า

5. รหัสสีและสัญลักษณ์

5.1 การทาสีทับหน้าแสดงรหัสสีให้ทาดังนี้

- ก. ในบริเวณห้องเครื่องให้ทาทั้งเส้น
- ข. ในบริเวณที่เดินลอยปรากฏให้เห็นอันได้แก่ เพดานชั้นจอดรถ, แบนข้างอาคารเป็นต้น ให้ทา ตลอดทั้งเส้น โดยจะทาดำรหัสสี แล้วมีเพียงตัวอักษรแสดง ชนิดของท่อกำกับขึ้นกับความเห็นของผู้ควบคุมงาน
- ค. บริเวณช่อง Shaft ให้ทาเป็นแถบ โดยทาใกล้บริเวณที่เป็นช่องเปิดบริการ
- ง. ท่อที่เดินอยู่ในฝ้าและอื่น ๆ ที่ไม่ปรากฏให้เห็นให้ทาเป็นแถบ

5.2 ในระบบไฟฟ้า ให้แสดงรหัสสีเฉพาะตรงที่ Clamp ของท่อร้อยสายและกล่องต่อสายเท่านั้น 5.3 ขนาด แถบรหัสสีและตัวอักษร กำหนดดังนี้.-

ขนาดท่อ (Dia.)	ความกว้างของแถบ รหัสสี	ขนาดตัวอักษร
20 มม (3/4") - 32 มม (1 1/4")	200 มม (8")	15 มม (1/2")
40 มม (1 1/2") - 50 มม (2")	200 มม (8")	20 มม (3/4")
65 มม (2 1/2") - 150 มม (6")	300 มม (12")	32 มม (1 1/4")
200 มม (8") - 250 มม (10")	300 มม (12")	65 มม (2 1/2")
300 มม (12") - มากกว่า	500 มม (20")	90 มม (3 1/2")

5.4 ระยะของแถบรหัสสี อักษรสัญลักษณ์ และสัญลักษณ์ลูกศรแสดงทิศทาง กำหนดเป็นดังนี้.-

- ก. ทุก ๆ ระยะ ไม่เกิน 6 เมตร (20 ฟุต) ของท่อในแนวตรง
- ข. ใกล้ตำแหน่งวาล์วทุกตัว
- ค. เมื่อมีการเปลี่ยนทิศทาง และ/หรือมีท่อแยก

ง. เมื่อท่อผ่านกำแพงหรือทะลุพื้น

จ. บริเวณช่องเปิดบริการ

5.5 กำหนดสีของรหัส และสัญลักษณ์ต่าง ๆ ตามตารางข้อ 6

6. ตารางแสดงรหัสสีและสัญลักษณ์

ลำดับที่	รายละเอียด	ตัวอักษร	รหัสสี	สีสัญลักษณ์
1.	ระบบท่อจ่ายแก๊สออกซิเจน(Oxygen System)	OXY	ขาว	เขียว
2	ระบบสุญญากาศทางการแพทย์(Medical Vacuum System)	VAC	ดำ	ขาว
3.	ระบบอากาศอัดทางการแพทย์ (Medical Compressed Air System)	MA	ขาว	เหลือง
4.	ระบบท่อจ่ายแก๊สไนตรัสออกไซด์ (Nitrous Oxide System)	NO2	ขาว	น้ำเงิน
5.	ระบบอากาศอัดความดันสูง (High Pressure Medical Compressed Air System)	HA	ขาว	ดำ
6.	ระบบกำจัดยาสลบส่วนเกิน (Waste Anaesthetic Gas Disposal System)	WAGD	ขาว	ม่วง
7.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้ากำลังปกติ	N	แดง	ดำ
8.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าฉุกเฉิน	E	เหลือง	แดง
9.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าควบคุมระบบระบบแก๊สทางการแพทย์	SAN	ฟ้า	ดำ
10.	อุปกรณ์ยึดจับท่อร้อยสายไฟฟ้าและสายสัญญาณ & ท่อ	-	เทาเข้ม	-
11.	Distribution Board & Motor Control Board ระบบไฟฟ้าปกติ	-	งาช้าง	ดำ
12.	Distribution Board & Motor Control Board ระบบไฟฟ้า ฉุกเฉิน	-	งาช้าง	แดง

หมายเหตุ สีที่ใช้สำหรับ Distribution Board & Motor Control Board ต้องเป็นสีอบ

ส่วนที่ 8.

ข้อกำหนดภายหลังการติดตั้ง

Test and Sterilizations

1. การทาสีและรหัสป้ายชื่อ

ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหาแรงงาน วัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการทาสีที่ได้ระบุไว้ในรายละเอียดที่กล่าวถึงต่อไปนี้.-

ก. การทาสีต้องทำตามคำแนะนำของผู้ผลิตโดยเคร่งครัด

ข. สีทุกชนิดที่ใช้ต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน จึงนำมาใช้ในโครงการได้

ค. จุดประสงค์ของรายละเอียดนี้เกี่ยวกับการทาสีท่อ ห้องเครื่องและอุปกรณ์เหล็กแขวนยึด ต่าง ๆ รวมถึงงานทาสีอื่น ๆ ตามที่ได้ระบุไว้ในข้อกำหนด

- ง. รายการบางอย่าง ซึ่งเป็นส่วนประกอบของอุปกรณ์ซึ่งต้องการทาสีแต่ไม่ได้ระบุไว้ไม่ได้หมายความว่า จะ พ้นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่ต้องทาสีส่วนประกอบนั้นด้วย
- จ. ก่อนทาสี ต้องทำความสะอาดผิวงานให้เรียบร้อยไม่มีสิ่งสกปรกหลงเหลืออยู่
- ฉ. ผิวงานที่เปราะเปื้อนไขมันหรือน้ำมัน ต้องชำระล้างด้วยสารละลายและเช็ดออกให้หมด
- ช. การทาสีรองพื้น (Priming) ต้องทาทับทีหลังจากทำความสะอาดผิวงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว เพื่อป้องกันการเกิด สนิม
- ซ. ผู้รับจ้างต้องหาวิธีป้องกันไม่ให้สีที่ทาหยดลงพื้น ผนัง และอุปกรณ์ใกล้เคียงอื่น สีทาที่หยดหรือเปื้อนต้องรีบเช็ดออก และทำความสะอาดโดยทันที
- ณ. ตัวอักษร ลูกศรแสดงทิศทางการไหลและแถบสี ต้องติดเป็นช่วง ๆ ไม่เกินช่วงละ 6 เมตร และอยู่ในตำแหน่งที่เห็นได้ชัดเจนและใกล้ช่องเปิดบริการบนฝ้าเพดานหรือผนัง
- ญ. รหัสป้ายชื่อ (Tag No.)
ผู้รับจ้างต้องจัดทำรหัสป้ายชื่อ เครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามรายการเครื่อง และอุปกรณ์ที่แสดงในแบบ อาจใช้วิธีเขียน พ่นสีหรือทำเป็นแผ่น Laminate Plastic ตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงาน ส่วนที่แผงไฟฟ้าทำด้วย Laminate Plastic ขนาดตัวอักษรและป้ายชื่อให้พิจารณาตามความเหมาะสม และความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน
- ฎ. ป้ายประจำเครื่อง (Nameplate)
อุปกรณ์ที่มีป้ายชื่อติดประกอบมาจากโรงงานผู้ผลิต จะต้องลงรายละเอียดต่าง ๆ เช่น ชื่อผู้ผลิต รุ่น หมายเลขและ Electrical Characteristic เป็นต้น

2. การทดสอบ ตรวจจสอบ และทำความสะอาด

- 2.1 การตรวจและทดสอบระบบท่อแก๊สทางการแพทย์ ประกอบด้วย การทดสอบที่อรั่วและความสะอาดของท่อ, การตรวจทดสอบการเชื่อมต่อระหว่างระบบ (Cross Connection), การติดป้ายสัญลักษณ์ต่างๆ และสัญญาณเตือนระบบตามมาตรฐาน NFPA 99
หลังจากที่มีการติดตั้งระบบท่อแล้วเสร็จจะต้องทำการ Blow Down เพื่อไล่สิ่งสกปรกออกก่อน และทำการทดสอบความดันในเบื้องต้นที่ 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หรือ 1.5 เท่าของความดันใช้งาน เป็นเวลา 24 ชั่วโมงระบบจะต้องไม่มีการรั่วซึม
- 2.2 การตรวจสอบความสะอาดของท่อ (Piping Purge Test) ให้ปฏิบัติดังนี้.-
 - ก. ทดสอบความสะอาดของท่อแต่ละโซน โดยทำการทดสอบที่หัวจ่ายแก๊สที่ไกลที่สุด (ใช้ Inert Gas ตามมาตรฐาน CGA P-9)
 - ข. การทดสอบจะทำการรองอากาศที่ผ่านระบบท่อที่ความเร็วไม่น้อยกว่า 100 ลิตรต่อนาที ปริมาตรลมจำนวน 1000 ลิตร ที่ผ่านตัวกรองสีขาวขนาดความละเอียด 0.45 ไมครอน การทดสอบจะต้องไม่ทำให้ตัวกรองเปลี่ยนสีและมีเศษวัสดุที่ออกมาหนักไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัม
- 2.3 การตรวจสอบความบริสุทธิ์ของท่อ (Piping Purity Test) ให้ปฏิบัติดังนี้.-
 - ก. ทดสอบความบริสุทธิ์ของท่อแต่ละโซน โดยทำการทดสอบที่หัวจ่ายแก๊สที่ไกลที่สุด (ใช้ Inert Gas ตามมาตรฐาน CGA P-9)
 - ข. การทดสอบความบริสุทธิ์ของท่อ จะทำการตรวจวัด Dew Point Temperature , Carbon Monoxide , Total Hydrocarbon (as Methane) และ Halogenated Hydrocarbon เปรียบเทียบกับแหล่งจ่ายแก๊ส ซึ่งจะควรมีค่าแตกต่างกันไม่เกินข้อกำหนดดังนี้

Dew Point Temperature	แตกต่างกันไม่เกิน	4 Degree F
Carbon Monoxide	แตกต่างกันไม่เกิน	2 มิลลิกรัมต่อลิตร
Total Hydrocarbon (as Methane)	แตกต่างกันไม่เกิน	1 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.4 การตรวจสอบอัตราการไหลของหัวจ่ายแก๊ส (Inlet และ Outlet) ให้ปฏิบัติดังนี้-

- ก. ทดสอบความบริสุทธิ์ของท่อแต่ละโซน โดยทำการทดสอบที่หัวจ่ายแก๊สที่ไกลที่สุด (ใช้ Inert Gas ตามมาตรฐาน CGA P-9)
- ข. หัวจ่ายแก๊สออกซิเจน, ไนโตรออกไซด์และอากาศอัด จะต้องสามารถจ่ายแก๊สที่อัตราการไหล 100 ลิตรต่อนาที โดยมีความดันลดไม่เกิน 5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และความดันใช้งาน (Residual Pressure) ไม่น้อยกว่า 60 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
- ค. หัวจ่ายอากาศอัดความดันสูง จะต้องสามารถจ่ายแก๊สที่อัตราการไหล 565 ลิตรต่อนาที โดยมีความดันลดไม่เกิน 5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และความดันใช้งาน (Residual Pressure) ไม่น้อยกว่า 210 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
- ง. หัวดูดสุญญากาศ (Vacuum Inlet) จะต้องสามารถดูดอากาศที่อัตราการไหล 85 ลิตรต่อนาที ที่ Dynamic Inlet Pressure 12 นิ้วปรอท และความดันใช้งาน (Static Pressure) ไม่น้อยกว่า 15 นิ้วปรอท

ส่วนที่ 9.

ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน

Approved Materials and manufacturers

1. วัตถุประสงค์

- 1.1 รายละเอียดในหมวดนี้ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์วัสดุ และอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับ ทั้งนี้คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้น ๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่กำหนดไว้ การเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากชื่อที่ให้ไว้นี้ ต้องแสดงเอกสารรายละเอียด และหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอ เพื่อการพิจารณาอนุมัติให้ใช้งานโดยมีคุณภาพเทียบเท่า
- 1.2 รายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ของวัสดุ และอุปกรณ์มาตรฐาน ให้เป็นไปตามรายการตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐานนี้

2. รายการตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
2.1	<u>Medical Gas Outlet</u> Amico Chemitron BeaconMedaes Puritan Silbermann Tritex	
2.2	<u>Gas Manifold</u> Amico Chemitron BeaconMedaes	

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
2.3	Puritan Silbermann Tritex <u>Alarm</u> Amico Chemitron BeaconMedaes Puritan Silbermann Tritex	
2.4	<u>Zone Valve</u> Amico Chemitron BeaconMedaes Puritan Silbermann Tritex	
2.5	<u>Vacuum Pump</u> Amico Chemitron BeaconMedaes Puritan Silbermann Tritex	
2.6	<u>Air Compressor</u> Amico Chemitron BeaconMedaes Puritan Silbermann Tritex	
2.7	<u>Air Dryer</u> Denco Pneumatech Quincy Ultra Filter	

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
2.8	<u>Air Filter</u> Dominik Pneumatech Quincy Ultra Filter	
2.9	<u>Pressure Regulator</u> CIG Harris Quincy Vetor	
2.10	<u>Copper Tube</u> Cambridge Kembla Mueller Nibco	
2.11	<u>Fitting</u> Kembla Mueller Nibco	
2.12	<u>ถังออกซิเจน</u> BOC/ Linde Gases Division Air Products PLC Praxair S.A. TIG THAILAND หรือเทียบเท่า	