รายการประกอบแบบ

โครงการปรับปรุงศูนย์จักษุปัญญาชล และศูนย์หัวใจปัญญาชล

อาคารโรงพยาบาล 20 ชั้น ศูนย์การแพทย์ปัญญานันทภิกขุ ชลประทาน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ตำบลบางตลาด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี

จัดทำโดย

บริษัท ไลฟ์อิมเมจ จำกัด

วันที่ 13 มิถุนายน พ.ศ. 2568

สารบัญ **หน้า**

หมวดที่ 1 เงื่อนไข ขอบเขตงาน และข้อกำหนด **5**

หมวดที่ 2 รายการประกอบแบบงานสถาปัตยกรรม และสถาปัตยกรรมภายใน **15**

2.1 งานพื้น 15

2.2 งานผนัง 18

2.3 งานฝ้าเพดาน 21

2.4 งานทาสี 30

2.5 งานหลังคา 31

2.6 งานสุขภัณฑ์ 33

2.7 งานประตู – หน้าต่าง 34

2.8 งานเบ็ดเตล็ด 35

2.9 งานครุภัณฑ์และตกแต่งภายใน 37

หมวดที่ 3 รายการประกอบแบบงานวิศวกรรมโครงสร้าง **86**

3.1 งานรื้อถอนอาคาร 86

3.2 งานดินและปรับปรุงบริเวณ 88

3.3 งานเตรียมฐานราก 95

3.4 งานแบบหล่อและค้ำยัน 97

3.5 งานเหล็กเสริมคอนกรีต 104

3.6 งานคอนกรีต 111

3.7 งานโลหะและเหล็กรูปพรรณ 122

หมวดที่ 4 รายการประกอบแบบงานวิศวกรรมระบบไฟฟ้าและสื่อสาร **128**

4.1 ข้อกำหนดทั่วไป 128

4.2 แผงสวิทช์ไฟฟ้าแรงต่ำและสวิตช์ตัดตอนอัติโนมัติ 134

4.3 เครื่องมือวัดแบบดิจิตอล (DIGITAL METER) 141

4.4 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ 148

สารบัญ **หน้า**

4.5 สายไฟฟ้า 155

4.6 ช่องเดินสาย และรางเคเบิล 158

4.7 การต่อลงดิน 162

4.8 การป้องกันไฟลามผ่านช่องเปิด 165

4.9 สวิตช์ และเต้ารับ 166

4.10 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ 168

4.11 ระบบ DATA CABLING SYSTEM 172

4.12 ระบบควบคุมการเข้าออกประตู 182

4.13 ระบบเสียง 185

4.14 ระบบเรียกพยาบาล 187

4.15 รายการโคมไฟฟ้า 191

4.16 อุปกรณ์มาตรฐาน 194

หมวดที่ 5 รายการประกอบแบบงานวิศวกรรมสุขาภิบาล ป้องกันอัคคีภัย และก๊าซทางการแพทย์ **195**

5.1 หมวด ก ข้อกำหนดทั่วไป 200

5.2 หมวด ข เครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ 210

5.3 หมวด ค ข้อกำหนดเกี่ยวกับการติดตั้ง 224

5.4 หมวด ง ระบบป้องกันเพลิงไม้ 233

5.5 หมวด จ ระบบผลิตไอน้ำและน้ำร้อน 254

5.6 หมวด ฉ ระบบไฟฟ้า 262

5.7 หมวด ช การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี 268

5.8 หมวด ซ แบบและหนังสือคู่มือ 272

5.9 หมวด ฌ การทดสอบ ตรวจสอบและการทำความสะอาด 275

5.10 หมวด ญ ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน 277

5.11 หมวด ฎ รายละเอียดและมาตรฐานอุปกรณ์ระบบก๊าซทางการแพทย์ (MEDICAL GAS SYSTEM) 278

สารบัญ **หน้า**

หมวดที่ 6 รายการประกอบแบบงานปรับอากาศและระบายอากาศ **286**

6.1 หมวดที่ 1 ข้อกำหนดและขอบเขตของงาน 286

6.2 หมวดที่ 2 รายละเอียดข้อกำหนดทั่วไป 287

6.3 หมวดที่ 3 ความรับผิดชอบ 289

6.4 หมวดที่ 4 การปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร 294

6.5 หมวดที่ 5 การประสานงาน 296

6.6 หมวดที่ 6 ความปลอดภัย และการป้องกันสิ่งสาธารณูปโภค 297

6.7 หมวดที่ 7 เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ 299

6.8 หมวดที่ 8 แบบ และหนังสือคู่มือ 302

6.9 หมวดที่ 9 อุปกรณ์ระบบปรับอากาศ 305

6.10 หมวดที่ 10 พัดลมระบายอากาศ (VENTILATION AND EXHAUST FANS) 341

6.11 หมวดที่ 11 ระบบควบคุมอัตโนมัติ (AUTOMATIC CONTROL SYSTEM) 345

6.12 หมวดที่ 12 งานไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศและระบายอากาศ 349

6.13 หมวดที่ 13 สายไฟฟ้าแรงต่ำสำหรับระบบปรับอากาศ และระบายอากาศ 352

6.14 หมวดที่ 14 แผงสวิทช์ควบคุมมอเตอร์สำหรับระบบปรับอากาศ และระบายอากาศ 354

6.15 หมวดที่ 15 การทาสีป้องกันการผุกร่อน รหัสและสัญญลักษณ์ 358

6.16 หมวดที่ 16 ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน 363

6.17 หมวดที่ 17 เครื่องปรับอากาศ ระบบน้ำยารวมศูนย์ 364

หมวดที่ 7 ตารางรายการวัสดุ (VENDER LIST) **370**

7.1 งานสถาปัตยกรรม และสถาปัตยกรรมภายใน 370

7.2 งานวิศวกรรมโครงสร้าง 375

7.3 งานวิศวกรรมระบบไฟฟ้าและสื่อสาร 377

7.4 งานวิศวกรรมสุขาภิบาล ป้องกันอัคคีภัย และก๊าซทางการแพทย์ 383

7.5 งานปรับอากาศและระบายอากาศ 388

หมวดที่ 1 เงื่อนไข ขอบเขตงาน และข้อกำหนด

1.1 คำจำกัดความ เงื่อนไข ขอบเขตงาน และข้อกำหนด

ก. เอกสารประกอบสัญญาจ้าง คือ แบบก่อสร้างและรายการประกอบแบบก่อสร้างประกอบด้วย

หมวดที่ 1 เงื่อนไข ขอบเขตงาน และข้อกำหนด

หมวดที่ 2 รายการประกอบแบบงานสถาปัตยกรรม และสถาปัตยกรรมภายใน

หมวดที่ 3 รายการประกอบแบบงานวิศวกรรมโครงสร้าง

หมวดที่ 4 รายการประกอบแบบงานวิศวกรรมระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

หมวดที่ 5 รายการประกอบแบบงานวิศวกรรมสุขาภิบาล ป้องกันอัคคีภัย และก๊าซทางการแพทย์

หมวดที่ 6 รายการประกอบแบบงานปรับอากาศและระบายอากาศ

ข. "ผู้จ้าง" หรือ "ผู้ว่าจ้าง" "ผู้รับจ้าง" และ "คณะกรรมการตรวจการจ้าง" ให้ถือความหมายที่กำหนดไว้ สัญญาจ้าง

ค. "สถาปนิก" "ภูมิสถาปนิก" และ "วิศวกร" หมายถึง สถาปนิก ภูมิสถาปนิก และวิศวกรของผู้ว่าจ้าง ซึ่งทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

ง. "ผู้ควบคุมงาน" หมายถึง ผู้ที่ได้รับการแต่งตั้งจากผู้ว่าจ้างให้ทำหน้าที่ควบคุมงานก่อสร้าง ณ ที่ ก่อสร้างนั้น ตลอดเวลาที่มีการก่อสร้าง

จ. "นายงาน" หรือ "ผู้ควบคุมงานของผู้รับจ้าง" "หรือผู้ดำเนินงาน" หมายถึง ผู้ที่ได้รับการแต่งตั้งจากผู้รับจ้างให้อยู่ ณ สถานที่ทำการก่อสร้าง ตลอดเวลาการทำงานก่อสร้างเพื่อทำหน้าที่สั่งการ และให้ คำแนะนำในการดำเนินงานก่อสร้าง และทำหน้าที่เป็นตัวแทนผู้รับจ้าง ในการเซ็นชื่อรับรองเอกสารใด ๆ ได้ เมื่อผู้รับจ้างไม่อยู่นายงานต้องเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเป็นบุคคลที่ผู้ ว่าจ้างเห็นชอบด้วย ผู้รับจ้างจะต้องออกหนังสือแจ้งชื่อ ที่อยู่คุณวุฒิ และหน้าที่ของนายงาน พร้อม ทั้งรับรองว่าบุคคลผู้นั้นเป็นผู้ที่ได้รับมอบหมายอำนาจให้เป็นตัวแทนผู้รับจ้างได้ทุกกรณี เอกสารนี้ ต้องลงนามโดยผู้รับจ้าง นายงาน และพยาน คำแนะนำ หรือคำสั่งใดที่ผู้ว่าจ้าง คณะกรรมการตรวจการจ้าง สถาปนิก วิศวกร ได้สั่งแก่นายงาน ให้ถือเสมือนว่าได้สั่งแก่ผู้รับจ้างโดยตรง และต้อง ดำเนินการไปตามนั้นอย่างเคร่งครัด

ผู้รับจ้างเหมาที่ผ่านการพิจารณาคุณสมบัติผู้รับจ้างเหมา ผู้ควบคุมงานจะต้องเป็นผู้ที่ระบุไว้ ในหลักฐานที่ยื่นความจำนงขอรับการพิจารณาคุณสมบัติผู้รับจ้างเหมา ในกรณีที่ผู้รับจ้างเหมาจะ เปลี่ยนผู้ควบคุมงานต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรผู้ว่าจ้าง ก่อนการดำเนินงาน

ฉ. งาน" หมายถึง แรงงาน วัสดุก่อสร้าง เครื่องมือ หรืออุปกรณ์ ตลอดจนการขนส่งการประกันภัย ค่า ภาษี ฯลฯ ที่จำเป็นต่อการดำเนินงานก่อสร้างให้สำเร็จตามสัญญาจ้าง

1.2 สถานที่ก่อสร้าง

อาคาร หมายถึง โครงการปรับปรุงศูนย์จักษุปัญญาชล และศูนย์หัวใจปัญญาชล อาคารโรงพยาบาล 20 ชั้น ศูนย์การแพทย์ปัญญานันทภิกขุ ชลประทาน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ตำบลบางตลาด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี ตามรูปแบบ ในบริเวณที่ได้กำหนดไว้ โดยคณะกรรมการตรวจการจ้างหรือ คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ จะเป็นผู้กำหนดวันเวลา ในการชี้สถานที่และรายละเอียดต่อไป

1.3 ขอบเขตของงาน

ให้ผู้รับจ้างทำการก่อสร้างงานนี้ ซึ่งหมายถึง โครงการปรับปรุงศูนย์จักษุปัญญาชล และศูนย์หัวใจปัญญาชล อาคารโรงพยาบาล 20 ชั้น ศูนย์การแพทย์ปัญญานันทภิกขุ ชลประทาน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ตำบลบางตลาด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี ในสถานที่ก่อสร้างที่กำหนดให้ ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น ในการจัดหาวัสดุก่อสร้าง วัสดุอุปกรณ์ป้องกันการทำงานก่อสร้าง รั้ว หรือกำแพงป้องกันเศษวัสดุตกหล่นรอบพื้นที่ก่อสร้าง อุปกรณ์และเครื่องมือ แรงงาน การขนส่งตลอดจน การประกันภัยการก่อสร้าง(Cover all Risks) ที่รวมถึง

1.ในส่วนของทรัพย์สินที่เอาประกันภัย (Material Damage Section)

1.1 ความคุ้มครองในส่วนที่เป็นวิศวกรรมโยธาและงานก่อสร้างต่างๆ (Building and Civil Engineering Works) จะคุ้มครองทรัพย์สินดังที่ระบุไว้ในหน้าตาราง ซึ่งได้รับความสูญเสีย หรือความเสียหายจากเหตุที่ไม่สามารถคาดหมายได้ หรือได้รับความสูญเสีย หรือความเสียหายจากอุบัติเหตุไม่ว่าจากสาเหตุใดๆ เช่นการล้มทับของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ขนาดใหญ่

1.2 งานติดตั้งเครื่องจักร (Machinery Erection)

2.ความรับผิดต่อบุคคลที่ 3 (Third Party Liability) บริษัทประกันผู้รับประกันภัย มีหน้าที่ต้องจ่ายค่าสินไหมทดแทนให้แก่ผู้เสียหาย ซึ่งผู้เอาประกันภัยต้องรับผิดชอบตามกฎหมาย โดยเป็นการชดเชยสำหรับ

2.1 การบาดเจ็บต่อร่างกาย และ ชีวิต (Bodily Injury)

2.2 ความสูญเสีย หรือความเสียหายต่อทรัพย์สิน (Property Damage) ที่เกิดขึ้นจากอุบัติเหตุโดยตรงจากการปฏิบัติงานตามสัญญาที่มีการประกันภัยไว้

และรวมถึง ภาษี และสิ่งอื่น ๆ อีกที่จำเป็นเพื่อดำเนินการก่อสร้างอาคารให้แล้วเสร็จตามสัญญาจ้างซึ่ง ประกอบด้วย งานก่อสร้างอาคาร ตามแบบรูปและรายการ เพื่อให้เป็นไปตามรูปแบบ ที่ กำหนดให้ทั้งนี้ให้รวมถึง งานสถาปัตยกรรม งานวิศวกรรรมโครงสร้าง งานวิศวกรรมระบบประปาและ สุขาภิบาล งานวิศวกรรมระบบไฟฟ้าและสื่อสาร งานวิศวกรรมเครื่องกล ป้องกันอัคคีภัย และก๊าซทางการแพทย์ งานสถาปัตยกรรมภายใน และงานภูมิสถาปัตย์ ตามที่ปรากฏในแบบก่อสร้าง และรายการประกอบแบบก่อสร้าง ให้ผู้รับจ้างดำเนินการตามข้อกำหนด ที่ระบุไว้แล้วแล้วตามแบบรูปและรายการประกอบแบบ เสร็จสมบูรณ์

รายการต่าง ๆ ที่จะระบุต่อไปนี้ ให้ถือเป็นหน้าที่ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาทั้งแรงงาน วัสดุ และอุปกรณ์ ตลอดจนเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการมาทำการก่อสร้างให้แล้วเสร็จสมบูรณ์ใช้การได้ดีและปลอดภัย ตามหลักมาตรฐานวิชาช่างที่ดี

(1) รื้อถอนอาคารเดิมและสิ่งปลูกสร้างเดิม (หากมี) เพื่อให้สามารถดำเนินการก่อสร้างอาคารตามแบบรูปรายการได้ การรื้อถอน จะต้องรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่จะเป็นอุปสรรคในการก่อสร้าง โดยผู้รับจ้างต้องทำรายการ ขออนุมัติการรื้อถอนเพื่อขอความเห็นชอบจากผู้ออกแบบทุกรายการ ของที่รื้อถอนหากผู้ว่าจ้าง ไม่ต้องการใช้ประโยชน์แล้ว ผู้รับจ้างต้องนำออกไปจากบริเวณให้เรียบร้อย โดยผู้รับจ้างเป็น ผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการเคลื่อนย้ายเอง

(2) จัดทำรั้วที่มีความสูงไม่น้อยกว่า 4 เมตร พื้นที่ก่อสร้าง ที่สูงเกิน 10 เมตร จากระดับพื้นถนน ต้องทำระบบป้องกันฝุ่นละอองและป้องกันอันตราย โดยวัสดุผ้าตาข่าย ตาถี่ และแข็งแรง ทนต่อการฉีกขาด คลุมรูปด้านอาคารที่ก่อสร้างสูงกว่าความสูงของอาคารที่ก่อสร้าง ไม่น้อยกว่า 1 เมตร ที่อาจเกิดระหว่างการก่อสร้างตามที่กฎหมายกำหนด และเพื่อกำหนดขอบเขตงานก่อสร้าง และ จัดทำป้ายแจ้งเตือนพื้นที่ความปลอดภัย แสดงให้เห็นทุกด้านของพื้นที่ก่อสร้าง อย่างชัดเจน ในระยะมองเห็นได้ ไม่น้อยกว่า 10 เมตร เพื่อขออนุญาตใช้สถานที่จากผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการก่อสร้าง โครงการปรับปรุงศูนย์จักษุปัญญาชล และศูนย์หัวใจปัญญาชล อาคารโรงพยาบาล 20 ชั้น ศูนย์การแพทย์ปัญญานันทภิกขุ ชลประทาน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ตำบลบางตลาด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี

(3) ผู้รับจ้างต้องก่อสร้างตามแบบรูป และรายการประกอบแบบให้แล้วเสร็จสมบูรณ์ใช้การได้ดีและปลอดภัย ตามหลักมาตรฐานวิชาช่างที่ดี

(4) จัดหาและติดตั้งงานระบบสาธารณูปโภคตามข้อกำหนดภายใน และภายนอกอาคาร และส่วนที่ต้องเชื่อมต่อกับระบบสาธารณูปโภคอาคารเดิม หรือพื้นที่เดิม ตามแบบโดยต้องรักษาสภาพงานก่อสร้างให้เป็นไปตามแบบ หรือทำการคืนสภาพส่วนที่แก้ไขปรับปรุง เชื่อมต่อกับของเดิมให้เรียบร้อย พร้อมใช้งาน ตามหลักมาตรฐานวิชาช่างที่ดี อันประกอบด้วยงานวิศวกรรมโครงสร้าง วิศวกรรมระบบไฟฟ้าและสื่อสาร วิศวกรรมสุขาภิบาล ป้องกันอัคคีภัย และก๊าซทางการแพทย์ งานปรับอากาศและระบายอากาศ รวมทั้งมิเตอร์น้ำและไฟ แต่ละหน่วยงานของอาคาร และหม้อแปลงไฟฟ้า

1.4 แบบก่อสร้างและรายการประกอบแบบก่อสร้าง

แบบก่อสร้างและรายการประกอบแบบก่อสร้างถือเป็นส่วนหนึ่งของเอกสารประกอบสัญญาจ้างงานก่อสร้างใด ๆ หรือวัสดุ อุปกรณ์ใด ที่แสดงไว้ในรายการประกอบแบบก่อสร้างแต่ไม่ได้แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง หรือได้แสดงไว้ในแบบก่อสร้างแต่ไม่ได้แสดงไว้ในรายการประกอบแบบก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำโดยถือเสมือนว่า ได้แสดงไว้แล้วทั้งสองแห่ง โดยคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมไม่ได้

(1) ในกรณีที่แบบก่อสร้างขัดแย้งกับรายการประกอบแบบก่อสร้าง หรือแบบก่อสร้างส่วนหนึ่ง ขัดแย้งกับแบบก่อสร้างอีกส่วนหนึ่ง หรือรายการประกอบแบบก่อสร้างส่วนหนึ่งขัดแย้งกับรายการประกอบแบบก่อสร้างอีกส่วนหนึ่งให้ผู้รับจ้างแจ้งต่อสถาปนิกผู้ออกแบบ หรือวิศวกรผู้ออกแบบ เพื่อคำวินิจฉัยทันทีก่อนที่จะดำเนินการก่อสร้างในส่วนนั้น สถาปนิกหรือวิศวกรผู้ออกแบบมีอำนาจในการชี้ขาด ตามความเหมาะสม ตามหลักการในการปฏิบัติวิชาชีพและหลักการช่าง หรือให้ถือส่วนที่ดีเป็นประโยชน์ต่อราชการหรือ หน่วยงานเป็นเกณฑ์ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามทันที โดยไม่คิดค่าจ้างเพิ่มเติม แบบที่แสดงละไว้ในฐานะที่ เข้าใจ ซึ่งเป็นแบบที่ย่นย่อ หรือแสดงเป็นตัวอย่างบางส่วน ให้ผู้รับจ้าง ทำการก่อสร้างทั้งหมดให้ครบสมบูรณ์ โดยคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมไม่ได้

(2) ในกรณีที่แบบก่อสร้าง และรายการประกอบแบบ ระบุไว้ แต่ไม่ได้ระบุใน รายการประมาณราคาค่าก่อสร้าง แต่จำเป็นต้องมีเพื่อให้โครงการก่อสร้าง หรืออาคารที่ก่อสร้างแล้วเสร็จนั้น สามารถใช้งานอาคารได้อย่างดีและถูกต้องตามหลักสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม ให้ถือว่าได้รวมไว้ใน Factor F ของค่าก่อสร้างแล้ว ยกเว้นแต่จะเป็นรายการวัสดุหรืออุปกรณ์ครุภัณฑ์ที่มีมูลค่าเกินเหตุอันสมควร และไม่ส่งผลต่อหลักสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม การเปิดใช้โครงการ หรืออาคารที่ก่อสร้างแล้วเสร็จนั้น ซึ่งเป็นไปตามคำตัดสินพิจารณาของกรรมการตรวจการจ้างแล้ว ให้ทำเป็นรายการเพิ่ม-ลดไว้เป็นหลักฐานเพื่อขอพิจารณาตามรายการ ตามขั้นตอนขออนุมัติต่อไป

(3) ในกรณีที่มีรายการระบุไว้ในรายการประมาณราคาค่าก่อสร้าง แต่ไม่มีระบุไว้ในแบบรูปรายการและ รายการประกอบแบบก่อสร้าง ให้ผู้รับจ้างจัดหา หรือจัดทำ หรือ ก่อสร้างตามรายการที่ระบุไว้แล้ว ให้เสร็จสมบูรณ์ โดยจัดทำแบบก่อสร้าง (Shop-drawing) นำเสนอต่อสถาปนิก หรือวิศวกรผู้ออกแบบผ่านผู้ว่างจ้าง เพื่อดำเนินการขออนุมัติ และดำเนินการก่อสร้างไปได้อย่างถูกต้องตามหลักสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม โดยคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมไม่ได้

1.5 แบบรายละเอียดและคำแนะนำเพิ่มเติม

สถาปนิกหรือวิศวกร จะเป็นผู้อนุมัติแบบรายละเอียด หรือเพิ่มเติม ให้งานก่อสร้างบางส่วน โดยให้ผู้รับจ้างก่อสร้าง ทำแบบก่อสร้าง (Shop-drawing) นำเสนอต่อสถาปนิก หรือวิศวกรผู้ออกแบบผ่านผู้ว่างจ้าง เพื่อดำเนินการขออนุมัติ และดำเนินการก่อสร้างไปได้อย่างเหมาะสม แบบขยายและคำแนะนำเหล่านี้ ถือเป็นส่วนหนึ่งของสัญญาจ้างผู้รับจ้าง ต้อง ดำเนินงานตามอย่างเคร่งครัด โดยไม่คิดค่าจ้างเพิ่มเติม หรือถือเป็นงานเพิ่มเติมแต่อย่างใด

(1) งานจะต้องเป็นไปตามขนาดที่ปรากฏในแบบและรายการนี้ ถ้าแบบและรายการไม่ตรงกัน ผู้ว่าจ้างจะ ถือเอาส่วนดีเป็นเกณฑ์ทุกครั้ง ส่วนใดที่ไม่สมบูรณ์ ผู้ก่อสร้างต้องจัดให้สมบูรณ์ด้วยวัสดุที่ดี กรณีที่แบบ ไม่ ตรงกับตัวเลขที่ระบุให้ปรึกษาสถาปนิก

(2) ขนาดและรูปแบบ อาจมีการแก้ไขดัดแปลงเพื่อให้ถูกต้องและเหมาะสมกับความเป็นจริง การแก้ไขให้ เป็นไปตามข้อตกลง หรือแก้ไขจากสถาปนิกทุกรายการ

(3) วัสดุต่าง ๆ ที่ระบุชนิดให้จัดตามรายการที่ระบุหรือวัสดุเทียบเท่า ต้องมีคุณสมบัติวัสดุ ที่เทียบเท่าตามรายการ หรือมีคุณสมบัติที่ดีกว่ารายการ กำหนดให้มากกว่า 2 ใน 3 ส่วนตามรายการ และเสนอให้สถาปนิก พิจารณา อนุมัติ วัสดุที่ยังไม่ระบุจะต้องเสนอตัวอย่างต่อสถาปนิก เพื่อพิจารณาทุกรายการ

(4) การอ่านแบบโดยทั่วไป ให้ถือเอาระยะที่เป็นตัวเลขที่สำคัญ ถ้าสงสัยว่ามีการคลาดเคลื่อน ให้ปรึกษา สถาปนิกโดยจะถือเอาความถูกต้องในวิชาช่างและความเหมาะสมเป็นสำคัญ

(5) สิ่งของที่ปรากฏหรือมิได้ปรากฏในแบบ อันเป็นส่วนหรือเครื่องประกอบการก่อสร้างตามหลักวิชานั้น ผู้ก่อสร้างจะต้องจัดหามารวมอยู่ทั้งสิ้น

(6) จะต้องจัดหาหรือทำตัวอย่าง วัสดุ พื้นผิว หรือสีวัสดุหรือเฟอร์นิเจอร์แต่ละรายการให้สถาปนิก พิจารณาหรืออนุมัติก่อนลงมือทำจริงทั้งหมด

(7) กรณีที่มีการเจาะพื้น หรือติดตั้งอุปกรณ์ใด ๆ เพื่อให้มีความมั่นคงแข็งแรงในการต่อเติม หรือติดตั้ง ชิ้นส่วนอุปกรณ์ใด ๆ ตามรายการ ซึ่งจะกระทบกระเทือนต่อโครงสร้างหรือ ผนังของอาคารเดิม ต้องให้ วิศวกรโครงสร้างพิจารณาอนุมัติทุกรายการ

1.6 อุปสรรคในการดำเนินงานก่อสร้าง

(1) ในกรณีที่มีปัญหาที่เป็นอุปสรรคในการดำเนินงาให้ผู้รับจ้างรีบรายงานเป็นลายลักษณ์อักษรต่อคณะกรรมการตรวจการ เพื่อพิจารณาในกรณีที่คณะกรรมการตรวจการจ้างไม่อาจวินิจฉัยชี้ขาดได้ ให้รายงานผู้ว่าจ้างต่อไปทันที เมื่อผู้ว่าจ้างสั่งการเป็นลายลักษณ์อักษรประการใด ให้ผู้รับจ้างปฏิบัติ ตามทันที

(2) ถ้าคณะกรรมการตรวจการจ้างพบว่า ผู้รับจ้างทำการก่อสร้างไม่ถูกต้องตามแบบก่อสร้าง หรือรายการ ประกอบแบบก่อสร้าง หรือตามหลักมาตรฐานวิชาช่างที่ดี หากคณะกรรมการตรวจการจ้าง ไม่อาจวินิจฉัยชี้ขาด ได้ให้รายงานต่อผู้ว่าจ้างในทันที เมื่อผู้ว่าจ้างสั่งการเป็นลายลักษณ์อักษร ให้ผู้รับจ้างทำการแก้ไขให้ ถูกต้องตามแบบก่อสร้างและรายการประกอบแบบก่อสร้างทันที ด้วยการแก้ไขเปลี่ยนแปลงหรือรื้อ ถอน หรือดำเนินการตามที่เห็นสมควร โดยที่ผู้รับจ้างจะเรียกค่าเสียหายหรือขอต่อสัญญามิได้ไม่ว่า กรณีใด ๆ ทั้งสิ้น

(3) ในการทำงานหากต้องมีการทุบสกัดส่วนใดของอาคารจะต้องระมัดระวังมิให้กระทบกระเทือน ต่อความ มั่นคงของอาคารเดิม และให้ปรึกษาวิศวกรเพื่อพิจารณาอนุมัติก่อนทุกครั้ง

(4) งานก่อสร้าง หรือติดตั้งอุปกรณ์ใด ๆ ที่ระบุให้มีการเสนอแบบและวิธีการก่อสร้าง หรือติดตั้งโดย ผู้รับจ้าง ก่อนดำเนินงาน ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบและวิธีการก่อสร้าง หรือติดตั้งอุปกรณ์นั้น ๆ ต่อวิศวกรและ สถาปนิก เพื่อพิจารณาอนุมัติก่อนทุกกรณี ในการทำงานหากมีส่วนเกี่ยวข้อง หรืออาจกระทบกระเทือนต่องานระบบวิศวกรรมเดิมใด ๆ ของอาคาร ได้แก่ ระบบไฟฟ้า ระบบสุขาภิบาล ระบบปรับอากาศ ระบบเครื่องกลต่าง ๆ และระบบสื่อสารเป็นต้น จะต้องสำรวจวัสดุอุปกรณ์และการติดตั้งระบบเดิม ส่วนที่เกี่ยวข้องให้มีการทำงานสอดคล้องกัน เพื่อความ ถูกต้องและความปลอดภัย หากพบปัญหาที่จะมีผลต่อระบบใด ๆให้ปรึกษาวิศวกรก่อน การดำเนินงานทุก รายการ

(5) การทำงานจะต้องระมัดระวังรักษา พื้นผิวและส่วนต่าง ๆ ของอาคารเดิมในบริเวณที่เกี่ยวเนื่องกับ โครงการและในส่วนของโครงการนี้เมื่อส่งมอบงาน พื้นผิว โครงสร้างและวัสดุอุปกรณ์ดังกล่าวทั้งสิ้น จะต้องอยู่ในสภาพเรียบร้อยสมบูรณ์หากเกิดความเสียหายใด ๆ อันเกิดจากการดำเนินงาน ผู้รับจ้าง จะต้องแก้ไขปรับปรุง ซ่อมแซม หรือจัดหาติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ทดแทน ซึ่งได้รับการพิจารณาอนุมัติจากผู้ว่า จ้างหรือสถาปนิกทุกรายการ

(6) ในการทำงานจะต้องมีความระมัดระวังเป็นพิเศษ มิให้เกิดอัคคีภัย หรืออุบัติภัย อันจะทำให้เกิดความ เสียหายแก่บุคคล สถานที่ หรือทรัพย์สินใดโดยเด็ดขาด

(7) การติดตั้งวัสดุ อุปกรณ์ใด ๆ ต้องเป็นไปตามหลักวิชาช่าง และกรรมวิธีการติดตั้งมาตรฐานของผู้ผลิต

1.7 การเปลี่ยนแปลงงานก่อสร้าง

ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ ที่จะทำการแก้ไข เปลี่ยนแปลง เพิ่มเติม หรือลดงานจากแบบก่อสร้างและ รายการประกอบแบบก่อสร้าง ได้โดยไม่ต้องเลิกสัญญาจ้าง แต่หากจำเป็นต้องตกลงราคาจ้าง หรือ เปลี่ยนแปลงระยะเวลาก่อสร้าง ทั้งผู้ว่าจ้าง และผู้รับจ้างจะได้ทำการตกลงกันใหม่ในขณะนั้น เฉพาะส่วนที่ มีการเปลี่ยนแปลง กรณีดังกล่าวให้ทำเป็นหนังสือหลักฐานให้ไว้ต่อกัน ทั้งนี้ต้องไม่ขัดต่อสัญญาจ้าง

ในขณะทำการก่อสร้าง สถาปนิก หรือ วิศวกร มีสิทธิที่จะเปลี่ยนแปลงงานก่อสร้างบางอย่างซึ่งจะ ไม่ทำให้เพิ่มเวลาหรือค่าก่อสร้างตามที่เห็นว่าเหมาะสม ทั้งนี้ต้องไม่ขัดต่อสัญญาจ้าง

1.8 การตรวจควบคุมงานของสถาปนิก และวิศวกร

สถาปนิก หรือ วิศวกร มีสิทธิที่จะทำการตรวจควบคุมงานก่อสร้าง และให้ผู้รับจ้างแก้ไข เพื่อให้งานก่อสร้างเป็นไปตามสัญญาจ้างถูกต้องตามแบบก่อสร้าง และรายการประกอบแบบก่อสร้าง และ ถูกต้องตามหลักมาตรฐานวิชาช่างที่ดี ทั้งเป็นผู้ชี้ขาดเกี่ยวกับกรณีขัดแย้งในแบบก่อสร้าง และรายการประกอบ แบบ ก่อสร้าง เมื่อสถาปนิก หรือวิศวกร ได้สั่งอย่างหนึ่งอย่างใดไปแล้ว ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตาม โดยไม่มีเงื่อนไข

1.9 การอำนวยความสะดวกในการตรวจงาน

ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีสิ่งอำนวยความสะดวก เช่น บันได ทางเดินชั่วคราว พร้อมที่จะให้ผู้ว่าจ้าง คณะกรรมการตรวจจ้าง สถาปนิก หรือวิศวกร มาตรวจควบคุมงานก่อสร้างได้ทุกจุด และสิ่งอำนวยความสะดวกเหล่านี้ต้องจัดทำให้แข็งแรง และมั่นคงปลอดภัย งานก่อสร้างใดที่กำหนดไว้ในรายการ ประกอบแบบก่อสร้าง ให้ทำการทดสอบและต้องได้รับการอนุมัติจากสถาปนิก หรืองานที่สถาปนิก หรือ วิศวกร มีความประสงค์จะทดสอบเป็นพิเศษ ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้สถาปนิกทราบล่วงหน้าแต่เนิ่น ๆ ว่าพร้อม จะทำการทดสอบให้ดูเมื่อใด งานใดที่จัดทำไปโดยที่ยังไม่ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ หากสถาปนิกต้องการตรวจสอบ ผู้รับจ้างต้องการจัดการรื้อถอนหรือขุดออกโดยไม่คิดเงินเพิ่มจากผู้ว่าจ้าง

1.10 คุณภาพของวัสดุ

วัสดุก่อสร้างทุกชนิดจะต้องมีคุณภาพดี ถูกต้องตามแบบก่อสร้าง รายการประกอบแบบ ก่อสร้าง เป็นของใหม่ที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน ไม่ชำรุดแตกร้าวหรือเสียหาย และจะต้องนำมาเก็บไว้ในที่ ปลอดภัยโดยมิให้เกิดความเสียหาย หรือเสื่อมคุณภาพ ผู้รับจ้างจะต้องนำวัสดุดังกล่าวออกไปนอกบริเวณก่อสร้างให้หมดทันทีที่ได้รับคำสั่งจากผู้ควบคุมงานก่อสร้าง

กรรมการตรวจจ้าง มีสิทธิ์สั่งให้ผู้รับจ้างนำใบรับรองจากผู้แทนจำหน่ายวัสดุนั้น ๆ มาแสดง ต่อ กรรมการตรวจการจ้างก่อนการติดตั้ง หรือก่อนการตรวจรับงาน ว่าเป็นของแท้ตรงตามที่ระบุไว้ในแบบ ก่อสร้าง และรายการก่อสร้าง

1.11 การจัดหาตัวอย่างวัสดุ-อุปกรณ์

ให้ผู้รับจ้างหาวัสดุ หรืออุปกรณ์ที่กำหนดไว้ว่าให้พิจารณาวัสดุตามลำดับ วัสดุของแต่ละบริษัท ที่กำหนด 1, 2, และ 3 ตามลำดับ หากไม่มีสินค้าตามที่ระบุข้างต้น ผู้รับจ้างสามารถนำเสนอเทียบเท่าวัสดุอุปกรณ์ในการก่อสร้างได้ ต้องได้รับอนุมัติจากสถาปนิก หรือวิศวกร ก่อน การดำเนินงาน เพื่อนำเสนอให้พิจารณาเสียแต่เนิ่น ๆ เมื่อได้รับอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรแล้ว

ผู้รับจ้างนำ วัสดุ-อุปกรณ์แบบที่ได้รับอนุมัติไปดำเนินการจัดสร้างต่อไป ค่าใช้จ่ายในการจัดหาตัวอย่าง วัสดุ-อุปกรณ์ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

1.12 การใช้วัสดุเทียบเท่า

วัสดุ-อุปกรณ์ที่กำหนดชื่อสินค้า หรือผู้ผลิตไว้ในรายการประกอบแบบก่อสร้างนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อกำหนดมาตรฐานการใช้วัสดุ-อุปกรณ์นั้น ในกรณีที่ไม่มีวัสดุตามที่ระบุในท้องตลาด ผู้รับจ้างอาจ เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์อื่นที่มีมาตรฐานเทียบเท่าหรือดีกว่า ในกรณีที่ผู้รับจ้างจะใช้วัสดุเทียบเท่า ให้ผู้รับจ้าง ทำหนังสือขอเทียบเท่าพร้อมทั้งเหตุผล หลักฐาน และหนังสือรับรองคุณภาพที่เทียบเท่าจากสถาบันของ ทางราชการ เสนอต่อผู้ว่าจ้างโดยผ่านคณะกรรมการตรวจการจ้าง เพื่อพิจารณาเสนอ ความเห็นชอบไปยัง ผู้ว่าจ้าง เมื่อได้รับอนุมัติให้ใช้วัสดุเทียบเท่าได้จริงจึงจะใช้ได้ ห้ามใช้วัสดุซึ่งมิได้รับอนุมัติเทียบเท่าก่อน โดยเด็ดขาด ระยะเวลาที่เสียไปในการขอเทียบเท่านี้ ผู้รับจ้างจะถือเป็นเหตุต่อสัญญาไม่ได้ไม่ว่าในกรณี ใด ๆ ทั้งสิ้น ในการขอเทียบเท่านั้นหากราคาของวัสดุที่ขอเทียบเท่าต่ำกว่า วัสดุในรายการ ผู้รับจ้างยอมให้ ผู้ว่าจ้างหักเงินในส่วนของราคาที่ขาดไป เมื่อมีการจ่ายเงินสำหรับ งานงวดนั้น

1.13 การทดสอบวัสดุ-อุปกรณ์โดยสถาบันทีสถาปนิก หรือวิศวกรรับรอง

ในบทกำหนดรายการก่อสร้างใด ที่ระบุให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบวัสดุ ให้ผู้รับจ้างทำการ ทดสอบ โดยสถาบันดังต่อไปนี้

ก. มหาวิทยาลัยของรัฐ

ข. กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงอุตสาหกรรม

ค. สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (ASIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY) หรือสถาบันอื่น ที่สถาปนิก หรือวิศวกรเห็นสมควรเป็นกรณีไป

ง. กรมทางหลวง

1.14 ช่างฝีมือและช่างเทคนิค

ผู้รับจ้างจะต้องใช้ช่างที่มีฝีมือดี มาทำการก่อสร้างให้ถูกต้องเรียบร้อยตามแบบก่อสร้าง รายการประกอบแบบก่อสร้างทุกประการ ผู้รับจ้างจะต้องจ้างช่างเทคนิคที่มีความชำนาญมาดำเนินงาน ในการติดตั้งหรือปฏิบัติงานโดยเฉพาะ เช่น การติดตั้งอุปกรณ์สุขภัณฑ์ การเดินท่อประปา ท่อน้ำทิ้ง การเดินสายไฟฟ้า ฯลฯ ผู้รับจ้าง จะต้องจัดทำงานทำประเภทให้ถูกต้องตามหลักวิชาช่างที่ดี มั่นคงแข็งแรง และมีคุณภาพสูง และให้ทดสอบจนใช้การได้สมบูรณ์ตามจุดประสงค์เป็นที่เรียบร้อยทุกประการ

ช่างที่เข้ามาดำเนินการงานก่อสร้าง ตกแต่งภายใน และงานระบบทางวิศวกรรม รวมทั้งงานสุขภัณฑ์ เฟอร์นิเจอร์สำเร็จรูป เป็นต้น จะต้องเป็นช่างที่มีความรู้ความชำนาญงานในแต่ละสาขาทุกระบบงาน ช่างผู้ดำเนินงานทุกระบบจะต้องอ่านแบบรวมทั้งหมดโดยเฉพาะส่วนงานที่สัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกัน และมีการ ประสานงานระหว่างระบบงานส่วนต่าง ๆ ให้การดำเนินงานครบถ้วน มีประสิทธิภาพ หากสงสัยหรือ ปรากฏว่า ส่วนใดในแบบไม่สอดคล้องกันให้ปรึกษาสถาปนิก

ผู้รับจ้างต้องสำแดงเอกสารวิชาชีพ หรือใบรับรองวิชาชีพ หรือมาตรฐานวิชาชีพจากหน่วยงานรัฐ หรือหนังสือรับรองมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ ของวิศวกร สถาปนิก หรือบุคลากรในหน่วยงาน และช่างแต่ละประเภทวิชาชีพในหน่วยงาน อย่างน้อยต้องมีไม่น้อยกว่า 1 คน

ได้แก่ ช่างไฟฟ้าภายในอาคาร ช่างเครื่องปรับอากาศ ช่างเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ ช่างเชื่อมแม็ก ช่างเชื่อมทิก ช่างก่ออิฐ ช่างปูกระเบื้องผนังและพื้น ช่างติดตั้งระบบโซล่าเซลล์ หรืออื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง

อนึ่ง สถาปนิก หรือ วิศวกร หรือผู้ควบคุมงาน มีอำนาจในการสั่งให้เปลี่ยนช่างที่ขาดฝีมือ หรือ ความชำนาญตามที่เห็นสมควรได้

1.15 ผู้รับเหมาย่อย

ผู้รับจ้างต้องเสนอรายชื่อผู้รับเหมาย่อย ในการก่อสร้างส่วนต่าง ๆ ที่ต้องใช้ผู้รับเหมาย่อยทั้งหมดต่อผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างไม่จ้างผู้รับเหมาย่อยที่ผู้ว่าจ้างไม่เห็นด้วย ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อผู้ว่าจ้างในการกระทำใด ๆ ของผู้รับเหมย่อยา รวมทั้งลูกจ้างของผู้รับเหมาด้วย

1.16 ตารางแสดงแผนการดำเนินการก่อสร้าง

เมื่อได้ทำสัญญาจ้างเป็นที่เรียบร้อย ให้ผู้รับจ้างรีบจัดทำเอกสารและแผนงานภายใน 7 วันทำการ ดังต่อไปนี้

(1) แผนดำเนินการก่อสร้าง (PROGRESS CHART)

(2) แผนก่อสร้างที่สัมพันธ์กับงวดงานและงวดเงิน (S-CURVE)

(3) แผนและขอบเขตงานล้อมรั้วป้องกันชั่วคราว และมาตรการลดผลกระทบจากงานก่อสร้าง (ฝุ่นละออง ,เสียง ,เศษวัสดุตกหล่น) แบบก่อสร้างรั้วป้องกันสูงไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความสูงของอาคารที่ก่อสร้าง

(4) แผนและขอบเขตการใช้พื้นที่เก็บกอง ขนส่งวัสดุก่อสร้าง และวิธีการป้องกันเศษวัสดุตกหล่น

(5) ป้ายประกาศโครงการก่อสร้าง ป้ายแจ้งเตือนสถานที่ก่อสร้าง ป้ายเลี่ยงทางเดินพื้นที่ก่อสร้าง

(6) ผังบุคลากร และใบรับรองวิชาชีพ ที่เกี่ยวข้อง

(7) แผนขออนุมัติวัสดุ และแบบก่อสร้าง

แผนงานและ การก่อสร้างรั้วล้อมป้องกันชั่วคราว ต้องรับดำเนินการภายใน 15 วันนับจากวันที่เสนอแผนดำเนินการและคณะกรรมการตรวจการจ้างหรือกรรมการตรวจรับพัสดุ เห็นชอบพิจารณาแล้วเท่านั้น

1.17 แบบแสดงก่อสร้างตามที่เป็นจริง (AS-BUILT DRAWING)

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบแสดงการก่อสร้างตามที่เป็นจริง (AS-BUILT DRAWING) ด้วย ขนาดและมาตราส่วนตามแบบก่อสร้างของผู้ว่าจ้าง สำหรับงานที่กำหนดให้จัดทำแบบ แสดงรายละเอียด การติดตั้งวัสดุ-อุปกรณ์ตามที่เป็นจริง โดยเฉพาะด้านระบบสุขาภิบาลและระบบไฟฟ้า หรือในงานที่มีการ แก้ไขเปลี่ยนแปลงไปจากแบบก่อสร้างเดิม ประกอบด้วย

(1) แบบก่อสร้าง (AS-BUILT DRAWING)

(2) แบบแสดงตำแหน่ง กุญแจ และส่งตู้กุญแจ อาคารที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

(3) รายการวัสดุ และครุภัณฑ์ทุกระบบ พร้อมด้วย คู่มือวิธีการใช้งาน เอกสารประกอบครุภัณฑ์ วิธีการบำรุงรักษา ใบรับประกันแต่ละรายการ (การรับประกันเริ่มต้นจากวันตรวจรับงาน งวดสุดท้ายแล้วเสร็จ ไม่น้อยกว่า 2 ปี หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต)

ทั้งนี้ให้ทำทุกระยะของงาน และต้องมอบ ให้ผู้ว่าจ้างในรูปของ กระดาษไข ขนาด A3 1 ชุดและสำเนา ขนาด A3 3 ชุด พร้อมไฟล์งาน แบบก่อสร้างอิเล็กทรอนิกส์ และเล่มรายการวัสดุ-ครุภัณฑ์ ขนาด A4 พิมพ์สี จำนวน 3 ชุด ก่อนส่งงาน งวดสุดท้ายเท่านั้น

1.18 แบบขยายแสดงรายละเอียด (SHOP DRAWING)

ในการก่อสร้างส่วนใดที่กำหนดให้ ผู้รับจ้างเสนอแบบขยายรายละเอียด เพื่ออนุมัติก่อน ดำเนินการจัดสร้างงานนั้น ผู้รับจ้างต้องรับดำเนินการจัดทำทันทีก่อนการจัดสร้างงานนั้น โดยดำเนินการ

1. ให้เสนอเป็นแบบพิมพ์เขียว จำนวน 2 ชุด เสนอต่อสถาปนิก

2. แบบขยายจะต้องแสดงรูปด้าน รูปตัด แบบขยาย รายละเอียด วิธีติดตั้ง การเคลือบผิวและอื่น ๆ ที่จำเป็น

3. แบบจะต้องแสดง วันที่ ชื่อ โครงการฯ ตำแหน่งที่ตั้ง

4. หากแบบที่ผู้รับจ้างเสนอ สถาปนิกพิจารณาแล้ว ไม่ถูกต้องตามความมุ่งหมาย ให้ผู้รับจ้างเสนอแบบ ใหม่ ตามวิธีการข้างต้น

5. เมื่อสถาปนิกอนุมัติให้ผู้รับจ้างลงวันที่ที่อนุมัติในแบบแล้ว มอบพิมพ์เขียวให้สถาปนิกเพื่อเป็นหลักฐาน จำนวน 2 ชุด

6. ห้ามไม่ให้ผู้รับจ้างจัดทำงานที่สถาปนิกไม่อนุมัติ

7. การอนุมัติมิได้หมายความว่า ผู้รับจ้างต้องพ้นจากความรับผิดชอบต่อการดำเนินการ ให้เป็นไปตาม สัญญาแบบก่อสร้าง และรายการประกอบแบบก่อสร้าง

8. เจ้าของหรือสถาปนิก วิศวกร มีสิทธิร้องขอให้ผู้ว่าจ้างเขียน แบบขยายแสดงรายละเอียด (SHOP DRAWING) ในทุกส่วนของงานก่อสร้างอาคาร

1.19 สิทธิในแบบก่อสร้างและรายการก่อสร้าง

สถาปนิก และวิศวกร เป็นผู้ถือสิทธิในแบบก่อสร้าง และรายการก่อสร้างโดยสมบูรณ์ ห้ามผู้รับจ้างหรือผู้อื่นใดนำไปใช้ก่อสร้าง ณ ที่อื่นใด นอกจากที่ระบุไว้ข้างต้น และห้ามนำไปพิมพ์เผยแพร่ เพื่อ ผลประโยชน์ทางธุรกิจหรือการค้า ทั้งนี้ จะโดยดัดแปลง แก้ไขเพิ่มเติมหรือไม่ก็ตาม เว้นแต่จะได้รับ อนุมัติ จากสถาปนิก หรือวิศวกร เป็นลายลักษณ์อักษรก่อน

1.20 การป้องกันการก่อสร้างและทรัพย์สิน

ผู้รับจ้างต้องระมัดระวัง และป้องกันงานก่อสร้างและทรัพย์สินของผู้ว่าจ้าง ไม่ได้รับความ เสียหายใด ๆ ผู้รับจ้างต้องระมัดระวัง ไม่ให้การดำเนินงานก่อสร้างเกิดอันตรายต่อสาธารณชนหรือเป็นการกีดขวางทางสัญจรหรือทำให้ถนน ทางระบาย

น้ำ ท่อประปา สายไฟฟ้า สายโทรศัพท์ อาคาร หรือ ทรัพย์สินอื่น ๆ ใกล้เคียงเกิดความเสียหาย ถ้าผู้รับจ้างก่อให้เกิดการเสียหายดังกล่าว ผู้รับจ้างต้อง ผู้รับผิดชอบแก้ไข ซ่อมแซม คืนสภาพหรือชดใช้ค่าเสียหายแก่ผู้ว่าจ้างเท่าที่ผู้ว่าจ้างจะเรียกร้องให้ทำการชดใช้

1.21 การใช้สถานที่ ไฟฟ้า และประปาเพื่อการก่อสร้าง

ผู้รับจ้างสามารถจัดสร้างโรงงานชั่วคราว เพื่อเป็นสำนักงานควบคุม และเป็นโรงเก็บวัสดุ โดยจัดให้มี ห้องน้ำ ห้องส้วมชั่วคราวในบางกรณีเท่าที่จำเป็น ในบริเวณภายในขอบเขตเท่าที่ผู้ว่าจ้างกำหนด ผู้รับจ้างจะติดต่อกับ หน่วยงานไฟฟ้าและประปาเพื่อขอมิเตอร์ชั่วคราวเอง หรือเป็นไปตามมติพิจารณาของคณะกรรมการตรวจการจ้างหรือคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ การจัดสร้างโรงงานชั่วคราวนี้ ต้องจัดให้มีที่ทำงานสำหรับผู้คุมงานและนายงาน รวมถึงวัสดุ-อุปกรณ์สำนักงานที่จำเป็นต้องใช้ในการดำเนินงาน และ อุปกรณ์-เครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่ออำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาของการก่อสร้างด้วย ผู้รับจ้างจะต้องทำการรื้อถอนโรงงานนี้ และปรับบริเวณให้อยู่ในสภาพที่เรียบร้อยทุกประการ หลังจากตรวจรับงานงวดสุดท้ายภายใน 7 วัน

1.22 การรักษาความสะอาดสถานที่

ผู้รับจ้าง ต้องทำความสะอาดเก็บเศษขยะมูลฝอยภายในสถานที่ก่อสร้างตลอดระยะเวลา ที่ทำการก่อสร้าง และต้องทำความสะอาดสิ่งก่อสร้าง และบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง และพื้นที่เกี่ยวข้องที่มีการขนส่งวัสดุหรืออุปกรณ์ ให้เรียบร้อยปราศจากเศษขยะ เศษวัสดุ สิ่งปฏิกูล สิ่งของที่เหลือใช้ในการก่อสร้าง ตลอดจนต้องรื้อถอนโรงงานชั่วคราว ไฟฟ้า ประปา ชั่วคราวออก จากพื้นที่ก่อสร้างของผู้ว่าจ้างทั้งหมดโดยไม่มีเงื่อนไข

1.23 การมอบหนังสือคู่มือการบำรุงรักษาเครื่องกลและอุปกรณ์ไฟฟ้า

ผู้รับจ้าง ต้องจัดรวบรวมหนังสือคู่มือการบำรุงรักษา จากบริษัทผู้ผลิตวัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ทางเคลื่อนกลและไฟฟ้าโดยเย็บรวมเป็นเล่มเดียวกัน และมอบให้ผู้ว่าจ้าง จำนวน 3 ชุด ก่อนส่งมอบงาน งวดสุดท้าย

1.24 รายการประกอบแบบก่อสร้างและแบบก่อสร้างที่สถานที่ก่อสร้าง

ให้ผู้รับจ้างเก็บรายการก่อสร้าง และแบบก่อสร้างไว้ 1 ชุด ณ สถานที่ก่อสร้าง พร้อมที่จะให้ ผู้ว่าจ้าง คณะกรรมการตรวจการจ้าง สถาปนิก วิศวกร ดูได้ทุกเวลา

1.25 กุญแจต่าง ๆ กับแม่กุญแจ

กุญแจต่าง ๆ ผู้รับจ้างต้องจัดป้ายถาวรแจ้งรายละเอียดไว้กับกุญแจให้ตรงกับแม่กุญแจ ทุก ชนิดและต้องส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างทั้งหมดทันที เมื่อผู้ว่าจ้างได้รับมอบงานแล้ว อนึ่ง ในระหว่างที่ยังมิได้ทำการรับมอบงาน ลูกกุญแจเหล่านี้จะต้องอยู่ในความดูแลรักษาของผู้รับจ้างอย่างดี และห้ามจำลอง ลูก กุญแจเหล่านี้โดยเด็ดขาดไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น หากผู้รับจ้างทำลูกกุญแจหายผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยน กุญแจชุดนั้นใหม่ และจะคิดเงินเพิ่มอีกไม่ได้

หมวดที่ 2 รายการประกอบแบบงานสถาปัตยกรรม และสถาปัตยกรรมภายใน

2.1 งานพื้น

<u>พื้นคอนกรีตขัดมัน</u>

ขอบเขตงาน

1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือ และความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพที่ดีในการทำงานพื้นซีเมนต์ขัดมันตามแบบ และรายการประกอบแบบ พร้อมการรับประกันคุณภาพ

1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำตัวอย่างขนาด 600x600 มม. รวมถึงตัวอย่างวัสดุประกอบอย่างอื่นที่จำเป็นต้องใช้ ส่งให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการดำเนินการ

1.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Shop Drawing แสดงรายละเอียดต่าง ๆ ในการติดตั้งตามแบบก่อสร้างเพื่อขออนุมัติ และตรวจสอบตามความต้องการของผู้ออกแบบ

1.4 ผู้รับจ้างจะต้องส่งข้อมูลผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ ปูนซีเมนต์ขาว และวัสดุประกอบต่าง ๆ เพื่อผู้ออกแบบพิจารณาเห็นชอบก่อนดำเนินกา

ผลิตภัณฑ์

2.1 วัสดุที่นำมาใช้งานต้องเป็นวัสดุใหม่ได้มาตรฐานของผู้ผลิต ปราศจากตำหนิใด ๆ

2.2 ปูนซีเมนต์

2.2.1 ปูนซีเมนต์ ให้ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ตามมาตรฐาน มอก. 15-2562

2.2.2 [ปูนซีเมนต์ขาว ให้ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ขาว[ตามมาตรฐาน มอก. 133-2562

2.3 ทราย หรือวัสดุผสมปูนซีเมนต์สำหรับพื้นคอนกรีตขัดมัน

2.4 น้ำสะอาด จะต้องปราศจากคราบน้ำมัน กรด ด่าง สารอินทรีย์ หรือสารแขวนลอยอื่น ๆ

2.5 สีผสม ให้ใช้สีฝุ่นอย่างดี สำหรับผสมกับปูนซิเมนต์ขาว การผสมสีฝุ่นกับปูนซีเมนต์ขาวต้องชั่ง หรือตวงทุกครั้ง

2.6 Wax เคลือบเงา

2.7 วัสดุเพิ่มความแข็งพื้นผิว (Floor Hardener) ให้ใช้วัสดุเพิ่มความแข็งพื้นผิวชนิดไม่มีผงโลหะในส่วนผสม (Non-Metallic)

2.8 วัสดุเพิ่มความแข็งพื้นผิว (Floor Hardener) ให้ใช้น้ำยาเคลือบพื้นเพิ่มความแกร่ง

การดำเนินการ

3.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างฝีมือที่ดี มีความชำนาญในงานพื้นคอนกรีตขัดมัน

3.2 การเตรียมพื้นผิวจะต้องเทปูนทรายปรับระดับหนาประมาณ 20-40 มม. บนผิวคอนกรีตระดับเรียบที่มีผิวหยาบเหมาะสมต่อการยึดเกาะกับผิวของปูนทราย โดยในส่วนที่มีผิวเรียบเกินไปจะต้องสกัดผิวคอนกรีตให้หยาบขึ้น ทั้งนี้ พื้นผิวจะต้องสะอาดปราศจากคราบไขมัน น้ำมัน และสารอื่น ๆ ที่จะมีผลต่อการยึดเกาะของปูนทราย

3.3 รดน้ำพื้นที่จะทำการเทให้ชุ่ม เพื่อป้องกันการดูดน้ำจากคอนกรีต

พื้นคอนกรีตขัดมัน พื้นซีเมนต์ขาวขัดมัน

3.4.1 นำปูนซีเมนต์หรือปูนซีเมนต์ขาว ผสมกับทราย หรือวัสดุผสมปูนซีเมนต์ในอัตราส่วน 1:2 โดยน้ำหนัก จากนั้นเติมน้ำตามความเหมาะสมใช้สีผสมตามมาตรฐานผู้ผลิต

3.4.2 นำส่วนผสมเทลงบนพื้น ทำการแต่งระดับผิว

3.4.3 ทำการแต่งระดับผิว ด้วยบรรทัดสามเหลี่ยม และเกรียงฉาบให้ได้ระดับเรียบเสมอกัน

3.4.4 หลังจากนั้นทำการขัดมันพื้น โดยนำเกรียงเหล็กมาลูบผิวหน้าให้เรียบเนียน หรือใช้เครื่องมือขัด

พื้นคอนกรีตขัดมันทำผิวเพิ่มความแข็ง

3.5.1 เทคอนกรีตที่ได้มาตรฐาน หิน ทรายละเอียด ปริมาณน้ำที่เหมาะสม ใช้เครื่องเขย่าคอนกรีตจนกระทั่งมีความหนาแน่นที่สุด

3.5.2 รอให้คอนกรีตมีความแข็งแรงพอที่จะขัด และตกแต่งผิวหน้าด้วยเครื่องขัด

3.5.3 โรยวัสดุเพิ่มความแข็ง (Floor Hardener) บนผิวหน้าคอนกรีตที่กำลังหมาด ๆ ยังไม่แข็งตัว ให้วัสดุเพิ่มความแข็งจมลงในผิวหน้าคอนกรีตได้พอสมควร ก่อนทำการขัดมันด้วยเครื่องขัดคอนกรีต

3.5.4 เมื่อคอนกรีตใกล้แข็งตัว ให้ใช้เกรียงเหล็กขัดมันตกแต่งผิวและขอบอีกครั้ง เพื่อให้ได้ผิวที่สมบูรณ์เรียบร้อย

3.5.5 ทำการบ่มคอนกรีตทันทีหลังการขัดคอนกรีตครั้งสุดท้าย ด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีตหรือ การขังด้วยน้ำ ไม่น้อยกว่า 5 วัน หรือใช้การบ่มน้ำแล้ว ห่อด้วยวัสดุพลาสติกเพื่อป้องกันไม่ให้คอนกรีตคลายความชื้นเร็วเกินไป ไม่น้อยกว่า 5 วัน

3.5.6 ทำการเปิดหน้าคอนกรีตด้วยเครื่องขัดคอนกรีต โดยใช้ใบขัดแบบหยาบ เพื่อให้น้ำยาสามารถแทรกซึมลงในพื้นผิวได้ดีขึ้น

3.5.7 พ่นหรือทาน้ำยาเคลือบลงบนพื้นผิว 2-3 เที่ยว ในการทาแต่ละเที่ยว ให้ใช้เครื่องขัดคอนกรีตโดยใช้ใบขัดแบบละเอียดขัดตามในขณะเปียก แต่ละเที่ยวทิ้งให้แห้งตัว 2 ชั่วโมง สามารถเปิดพื้นที่ได้ในระยะเวลา 24 ชั่วโมง และสามารถใช้พื้นที่หนักได้หลังจาก 1 สัปดาห์

การทำความสะอาด

3.6.1 เช็ด ล้าง ด้วยน้ำสะอาดได้ตามความต้องการ

3.6.2 ไม่ใช้น้ำยาทำความสะอาดที่มีฤทธิ์เป็นกรดในการทำความสะอาด

<u>กระเบื้องยางป้องกันฟ้าสถิตย์ ชนิดม้วน</u>

ขอบเขตงาน

1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือ และความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพที่ดี ในการติดตั้งงานกระเบื้องยาง ตามระบุในแบบ และรายการประกอบแบบ

1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่าง ชนิด และสีต่าง ๆ ของกระเบื้องยาง พร้อมรายละเอียด และขั้นตอนในการติดตั้ง ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการสั่งซื้อ

1.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Shop Drawing แสดงวัสดุและรายละเอียดต่าง ๆ ในการปูพื้นกระเบื้องยาง เพื่อให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง

1.4 ผู้รับจ้างจะต้องออกหนังสือรับประกันคุณภาพของวัสดุ และการติดตั้งเป็นเวลาไม่น้อยกว่า [1] ปี

ผลิตภัณฑ์

2.1 กระเบื้องยาง และบัวยาง ให้ใช้กระเบื้องยางแบบเนื้อเดียวหรือลายไม้ ชนิดม้วน Asbestos Free ความหนาไม่น้อยกว่า 2 มม. เคลือบผิวหน้าด้วย Polyurethane

2.2 ปูนทรายปรับระดับพื้น ให้ใช้ปูนเทปรับระดับสำเร็จรูป

2.3 กาวสำหรับปูพื้นกระเบื้องยาง ให้ใช้กาวลาเท็กซ์สูตรน้ำ

การดำเนินการ

การเตรียมงาน

3.1 ก่อนปูแผ่นกระเบื้องยาง ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่าง และรายละเอียดกำหนดการปูให้ผู้ควบคุมงานพิจารณา โดยเฉพาะในกรณีที่จำเป็นจะต้องปูแผ่นเศษไม่ถึงขนาดครึ่งแผ่น ผู้ควบคุมงานจะอนุมัติให้ในกรณีจำเป็นเท่านั้น

3.1 พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กที่จะปูกระเบื้องยาง จะต้องเทปูนทรายปรับระดับ ให้เหลือความหนาเท่ากับความหนาของกระเบื้องยางที่ใช้[โดยใช้ปูนเทปรับระดับสำเร็จรูป] แล้วดำเนินการทำพื้นผิวขัดมันให้เรียบ และได้ระดับสม่ำเสมอ

3.1 หลังจากพื้นผิวขัดมันแห้งสนิทดีแล้ว จะต้องทำความสะอาดผิวพื้นผิวขัดมันให้สะอาด ปราศจากฝุ่นผง เศษปูนทราย คราบน้ำมัน และวัสดุอื่นใด ก่อนทำการปูกระเบื้องยาง

การปูกระเบื้องยาง

3.2 หลังจากทำความสะอาดพื้นผิวขัดมันแล้วเสร็จ ให้ทำการปูกระเบื้องยาง และบัวยาง ขนาดและรูปแบบ ตามรายละเอียดที่กำหนดไว้แบบและรายการประกอบแบบ และตามแบบ Shop Drawing ที่ได้รับการตรวจสอบและพิจารณาอนุมัติจากผู้ควบคุมงานและสถาปนิกแล้ว โดยใช้ผลิตภัณฑ์กระเบื้องยาง บัวยาง กาว และวัสดุอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ และตามตัวอย่างวัสดุที่ได้รับ

การตรวจสอบและพิจารณาอนุมัติจากผู้ควบคุมงานและสถาปนิกแล้ว โดยถือปฏิบัติตามที่ระบุในรายละเอียดผลิตภัณฑ์ และดำเนินการตามมาตรฐานผู้ผลิตโดยเคร่งครัด

3.2 หลังจากดำเนินการปูกระเบื้องยางเสร็จแล้ว จะต้องบดทับพื้นกระเบื้องยางทันที ด้วยลูกกลิ้งซึ่งมีน้ำหนักประมาณ 50 กิโลกรัม และทิ้งไว้ให้อากาศถ่ายเทได้สะดวกไม่น้อยกว่า 7 วัน

การทำความสะอาดและเคลือบขัดผิว

3.3 หลังจากพื้นกระเบื้องยางแห้งสนิทดีแล้ว ให้ทำความสะอาดคราบสกปรกที่แผ่นกระเบื้องยางออกให้หมด

3.3 หลังจากนั้นให้เคลือบผิวด้วย Wax อย่างน้อย 2 เที่ยว และขัดด้วยเครื่องขัดให้ขึ้นเงา

การป้องกัน

3.4 ผู้รับจ้างจะต้องดูแล ระวัง ป้องกัน ไม่ให้พื้นกระเบื้องยางถูกฝนสาดหรือถูกน้ำ ตลอดระยะเวลาการก่อสร้าง หากเกิดการหลุดล่อนหรือพองตัว ผู้รับจ้างจะต้องรื้อออก และทำการปูใหม่ โดยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

<u>กระเบื้องเซรามิค กระเบื้องแกรนิตโต้ กระเบื้องพอร์ชเลน หรือกระเบื้องโมเสค</u>

1. ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องหาวัสดุ แรงงาน และอุปกรณ์ที่จำเป็นในการปูพื้นหรือผนังกระเบื้องโมเสคหรือ เซรามิคตามระบุในแบบและรายการ

2. วัสดุ

ก. ให้ใช้กระเบื้องโมเสคชนิดเคลือบ ตามมาตรฐาน มอก. 38-2531 กระเบื้องเซรามิคเกรด A ผลิตในประเทศ

ข. กาวซีเมนต์ กาวซีเมนต์สำหรับงานปูกระเบื้องเซรามิคขนาดไม่เกิน 15"x15", กระเบื้องดินเผา และ กระเบื้องโมเสก สำหรับงานพื้นและผนัง เพิ่มสารยึดเกาะพิเศษทำให้ติดกระเบื้องได้แน่น ไม่หลุดร่อน มีระยะเวลาแห้งตัวพอเหมาะ

การเตรียมพื้นผิว

สำหรับพื้นผิวใหม่ พื้นผิวต้องเรียบ แข็ง ได้ระดับ สะอาด แห้ง และการดูดซึมน้ำอยู่ในระดับปกติ ถ้าพื้นผิวเป็นผนังปูนฉาบหรือปูนปรับระดับใหม่ ควรใช้เวลาบ่มคอนกรีตตามมาตรฐาน (คือ 7 วัน ต่อความหนา 1 ซม.) ก่อนปูกระเบื้อง

สำหรับพื้นผิวเดิม ตรวจสภาพพื้นผิว โดยขูดลอกสีที่หลุดออก

- พื้นผิวที่ไม่เรียบหรือชำรุดเกิน 5 มม. ซ่อมแซมด้วยมอร์ต้าหรือกาวซีเมนต์
- จากนั้นฉาบตกแต่งพื้นผิวให้เรียบ ทิ้งไว้ 48 ชม. ก่อนปูกระเบื้อง
- กำจัดเศษวัสดุ เช่น ผงปูน ไขมัน ฝุ่น คราบมันต่างๆ ที่ติดอยู่ตามพื้นผิวออกให้หมด
- ถ้าพื้นผิวมีรูพรุนมาก (การซึมซับน้ำสูง) หรือในบริเวณที่อากาศแห้งหรือลมแรง จำเป็นต้องทำให้พื้นผิวนั้นเปียกชุ่มและซึมซับน้ำให้อิ่มตัวก่อนปูกระเบื้อง
- พื้นผิวต้องแห้ง ระดับความชื้นอย่างมากที่สุด 3%

กรณีปูทับกระเบื้องเดิม ตรวจสภาพการยึดเกาะของกระเบื้องเดิมกับพื้นผิว รื้อกระเบื้องที่ไม่แน่นออกแล้วปูใหม่

ข้อกำหนดอื่นๆ

- สำหรับพื้นผิวที่สามารถโก่งตัวหรือบิดรูป เช่น ยิปซัมบอร์ด แผ่นไม้อัดซีเมนต์ ควรตีโครงและยึดสกรูทุกๆ 900 ตร. ซม. (30 x 30 ซม.)
- อุดรอยต่อของไม้ ไม้อัดซีเมนต์ ด้วยวัสดุยืดหยุ่น Special Silicone Sealant
- รอยต่อระหว่างแผ่นไม้ ไม้อัดซีเมนต์ ควรติดตั้งตาข่ายไฟเบอร์ขนาดกว้าง 10 ซม.
- กรณีปูกระเบื้องบนพื้นไม้ ไม้อัดซีเมนต์ ควรทาน้ำยารองพื้น เพื่อเพิ่มการยึดเกาะและป้องกันไม่ให้ น้ำจากกาวซีเมนต์ไปมีผลทำให้ไม้เกิดการแอ่นตัว

- กรณีปูกระเบื้องทับกระเบื้องเดิม ควรทาน้ำยารองพื้น เพื่อเพิ่มการยึดเกาะ

ค. แผ่นเยื่อป้องกันน้ำ ก่อนการปูกระเบื้องพื้นหรือผนังจะต้องปูด้วยแผ่นเยื่อป้องกันน้ำ ในบริเวณที่มีน้ำ เปียกชื้น เช่น พื้นห้องน้ำ , ห้องครัว, ห้องซักรีด, พื้นดาดฟ้า, ระเบียง, พื้นและผนังสระว่ายน้ำ เป็น

ง. ปูนซีเมนต์ยาแนว ให้ใช้ปูนซีเมนต์สปอรต์แลนด์ หรือซีเมนต์ขาว สำหรับงานปูกระเบื้องยาแนวกระเบื้อง และงานฉาบต่าง ๆ เช่น ฉาบผิวทราย หรือฉาบขัดมัน

3. การปู

ก. พื้นที่จะปูกระเบื้องโมเสค หรือเซรามิค จะต้องสะอาด ปราศจากฝุ่น ปูน น้ำมัน และวัสดุอย่างอื่น ก่อนการปูกระเบื้องจะต้องทำระดับทรายเสียก่อนการทำระดับจะต้องให้มีความเอียงลาดลงสู่จุด เจาะระบายน้ำ (ถ้ามี) การปูให้ใช้กาวซีเมนต์ เป็นตัวยึด เมื่อปูกระเบื้องแล้วจะต้องให้ได้แนวและ ระดับกระเบื้องที่ชนกับผนัง ฝาครอบท่อระบายน้ำหรือขอบหน้าต่างจะต้องจัดให้เรียบร้อยสม่ำเสมอ

ปูกระเบื้องด้วยกาวซีเมนต์

- เลือกประเภทกาวซีเมนต์ตามชนิดของกระเบื้องและลักษณะการใช้งาน ตามประเภทของค่าการดูดซึมน้ำ
- ใช้เกรียงหวีในการปูกระเบื้องด้วยกาวซีเมนต์
- กรณีกระเบื้องขนาดใหญ่กว่า 25X25 ซม. หรือหลังกระเบื้องที่แผ่นหลังไม่เรียบมีร่องลึก ควรปาดกาวซีเมนต์ 2 ชั้น คือ ที่พื้นผิวและปาดเบาๆ ที่หลังกระเบื้อง
- หลังจากปูกระเบื้องเสร็จแล้ว ทิ้งไว้ 24 ชม. ก่อนยาแนว
- ยาแนวด้วยยาแนวที่เหมาะสมกับประเภทลักษณะการใช้งาน

ข. การปูผนังกระเบื้องเซรามิค และการปูบัวเชิงผนัง

1. ผนังที่จะปูกระเบื้องเซรามิค หรือปูบัวเชิงผนังด้วยกระเบื้องเซรามิค จะต้องฉาบปูนผนังสำหรับปู กระเบื้องเซรามิคและมีอายุอย่างน้อย 4 –6 สัปดาห์ ให้ปฏิบัติตามรายละเอียดงานฉาบปูน ภายหลังจากผนังฉายปูนแข็งตัวแล้วจึงทำการกระเบื้องเซรามิคได้ ก่อนกระเบื้องจะต้องรดน้ำผนัง ให้เปียกเสียก่อนการปูกระเบื้องให้ใช้กาวซีเมนต์เป็นตัวยึด โดยโบกกาวซีเมนต์ให้ทั่วด้วยเกรียงชนิดพิเศษ (การผสมกาวซีเมนต์ การฉาบ และการปูกระเบื้อง ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของ บริษัทผู้ผลิตทุกประการ) แล้วจึงปูกระเบื้องเซรามิคได้ การปูกระเบื้องให้ปูชนิดไม่เว้นแนวรอยต่อ ของกระเบื้องจะต้องตรงกาบรอยต่อของกระเบื้องปูพื้น กระเบื้องปูพื้น กระเบื้องที่ปูเสร็จเรียบร้อย แล้วจะต้องได้แนว ได้ดิ่ง ได้ระดับ และมีรอยต่อระหว่างแผ่นสม่ำเสมอเท่ากัน ผนังที่ปูกระเบื้อง เสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องทิ้งไว้ให้แห้งเป็นเวลา 48 ชั่วโมง จึงล้างทำความสะอาดและอุดแนว รอยต่อด้วยปูนซีแมนต์สีเดียวกับกระเบื้องหรือตามระบุในแบบ

ค. บัวเชิงผนังกระเบื้องเซรามิค เมื่อทำการก่อสร้างเสร้จเรียบร้อยแล้วจะต้องมีผิวหน้าเรียบเสมอผิวปู ฉาบ โดยการปูรองพื้นเผื่อไว ผิวปูนฉาบส่วนที่ติดกับกระเบื้องเชิงผนังให้ผังเส้น PVC ตัวยู ขนาด 6 มม. ให้เรียบร้อยหรือระบุเป็นอย่างอื่นในแบบ

ง. การปูกระเบื้องผนัง เมื่อปูแล้วจะเรียบเสมอผิวของวงกบประตูหรือหน้าต่าง รอยต่อโดยรอบวงกบให้ ยาแนวด้วยซิลิโคนสีเดียวกับวงกบ

จ. การเข้ามุมกระเบื้อง ให้ใช้เส้น PVC สีเดียวกันกับกระเบื้อง ที่รอยต่อของกระเบื้องมุมผนังทุกมุมยาว ตลอดความสูงของผนังปูกระเบื้อง

ฉ. ในกรณีที่ปูกระเบื้องผนังไม่ชนฝ้าเพดานผิวปูกระเบื้องจะต้องเรียบเสมอปูนฉาบด้านบน รอยต่อ ระหว่างปูนฉาบกับผนังกระเบื้องให้ฝังเส้น PVC รูปตัวยู ขนาด 6 มม. แบ่งผิววัสดุยาวตลอดรอยต่อ

4. ค่าการดูดซึมน้ำของกระเบื้อง

- ค่าการดูดซึมน้ำ 0% – กระเบื้องไม่มีการดูดซึมน้ำ หมดปัญหาเรื่องความชื้น แข็งแกร่งทนทานสูง ใช้ปูพื้นผิวได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร ส่วนใหญ่พบได้ในกระเบื้องโมเสก
- ค่าการดูดซึมน้ำ $\leq$ 3% – กระเบื้องมีการดูดซึมต่ำมาก เหมาะกับงานปูสระว่ายน้ำ หรืองานที่ต้องเจอน้ำและความชื้นอยู่เสมอ ส่วนใหญ่พบได้ในกระเบื้องแกรนิต แกรนิตโต้ หินอ่อน กระเบื้องโฮโมจีเนียส กระเบื้องสระว่ายน้ำ กระเบื้องพอร์ซเลน
- ค่าการดูดซึมน้ำ $\geq$ 3-6% – กระเบื้องมีการดูดซึมน้อย เหมาะกับงานปูพื้นทั่วไป ใช้ได้ทั้งงานปูภายในและภายนอกอาคาร เช่น กระเบื้องเซรามิกทั่วไป กระเบื้องบุผนัง กระเบื้องดินเผา
- ค่าการดูดซึมน้ำ $\geq$ 6-10% – กระเบื้องเซรามิกมีการดูดซึมระดับปานกลาง หรือดูดซึมน้ำปกติ เหมาะกับงานปูภายในหรือภายนอกที่มีความชื้นไม่เยอะ แต่แนะนำว่าปูภายในจะเวิร์กกว่า เพราะไม่ต้องเจอแดดและฝน
- ค่าการดูดซึมน้ำ $\geq$ 10-22% – กระเบื้องเซรามิกมีการดูดซึมน้ำสูง ไม่เหมาะปูในบริเวณที่มีความชื้นสูง อย่างภายนอกอาคารที่เจอแดดและฝนเป็นประจำ แต่จะเหมาะกับการปูผนังภายในอาคารมากกว่า

5. การทำความสะอาด

ภายหลังปูกระเบื้องเสร็จเรียบร้อย ให้ยารอยต่อของกระเบื้อง ให้อุดด้วยปูนซีเมนต์ให้เรียบร้อย แล้วล้างน้ำทำความสะอาดให้เรียบร้อย และขัดด้วย WAX 2 ครั้ง, ทำตามคำแนะนำของผู้ผลิต

2.2 งานผนัง

<u>ผนังเบากันเสียงเสริมความแข็งแรง 4 ชั้น</u>

ขอบเขตงาน

กำหนดค่ามาตรฐานเสียง (Noise Criteria Design)

ฝ้า, เพดาน, หลังคา ต้องออกแบบให้มีค่า Sound Transmission Class (STC) และค่า Impact Noise Rating (INR) อย่างเหมาะสม เพื่อป้องกันไม่ให้เสียงจากภายนอก (Air Borne) และการสั่นสะเทือนจากภายนอก (Structure Borne) ส่งผ่านเข้าสู่ภายในห้อง โดยผนังของห้องต้องได้ค่าการป้องกันเสียง Sound Transmission Class (STC) ดังนี้

ชนิดของผนัง	STC
ผนังเบากันเสียงภายใน	**ไม่น้อยกว่า 56**
ผนังเบากันเสียงภายนอก	**ไม่น้อยกว่า 53**

(1) ระบบผนังเบากันเสียงเสริมความแข็งแรง 4 ชั้น หมายถึง งานติดตั้งชุดอุปกรณ์ มีที่ส่วนประกอบของโครงคร่าวผนังเหล็กชุบสังกะสีโดยมีแผ่นไฟเบอร์ซิเมนต์ประกบทั้ง 2 ข้างเพื่อใช้เสริมความแข็งแรงและเพิ่มความสามารถในการป้องกันเสียงของผนัง และใช้แผ่นไฟเบอร์ซิเมนต์หรือแผ่นยิปซั่มทำการปิดผิวด้านนอกอีกชั้นเพื่อใช้เป็นผิวสำเร็จ ตัวระบบผนังมีการออกแบบประสิทธิภาพการกั้นเสียง โดยในผนังมีการเลือกใส่ฉนวนใยแก้วเพื่อออกแบบค่าการกั้นเสียง ซึ่งงานติดตั้งระบบผนังจะครอบคลุมถึงการเก็บงานรอยต่อระหว่างแผ่นที่ใช้ในงานติดตั้งชุดอุปกรณ์และรอยหัวสกรู และงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องตามที่ระบุในแบบก่อสร้าง และรายการประกอบแบบก่อสร้าง

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ที่มีคุณภาพ และสิ่งที่จำเป็นในการทำงานระบบผนังเบากันเสียงเสริมความแข็งแรง 4 ชั้น ตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง และรายการประกอบแบบก่อสร้าง พร้อมทั้งจัดหาแรงงาน และช่างที่มีฝีมือดี มีความชำนาญงานโดยเฉพาะ มาดำเนินการให้งานแล้วเสร็จอย่างประณีต เรียบร้อยสมบูรณ์ตามกำหนด โดยมาตรฐานระบบผนังเบากันเสียงเสริมความแข็งแรง 4 ชั้นจะต้องเป็นไปตามหลักวิชาช่างที่ดี ทั้งนี้ให้รวมถึงการที่จะต้องรับผิดชอบในงานส่วนที่เกิดการแตกหักร้าว บิด โก่ง งอ เสียหาย และสิ่งอื่น ๆ ที่ไม่เรียบร้อย ไม่ได้คุณภาพ หรือทำให้ใช้งานไม่ได้ ผู้ควบคุมงานมีสิทธิ์สั่งให้รื้อถอนหรือทุบทิ้ง โดยผู้รับจ้างจะต้องซ่อมแซม แก้ไข หรือติดตั้งใหม่ให้เรียบร้อย ใช้งานได้ตามปรกติ และค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

(2) ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างพร้อมรายละเอียด และขั้นตอนการติดตั้งงานระบบผนังเบากันเสียงเสริมความแข็งแรง 4 ชั้น เช่น ก้อนตัวอย่างสินค้า พร้อมอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการสั่งซื้อ

(3) ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Shop Drawing เพื่อให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง ดังนี้

แบบแปลน, รูปด้าน, รูปตัด ของผนัง และอื่น ๆ ให้ครบถ้วน

แบบขยายการติดตั้งบริเวณ ขอบ มุม รอยต่อ การชนระหว่างผนังและโครงสร้างของอาคาร

แบบรายละเอียดการยึด ห้อยแขวนกับโครงสร้างอาคาร หรือโครงหลังคา หรือผนังอาคาร

แบบขยายอื่น ที่เกี่ยวข้องหรือจำเป็น เช่น การติดตั้งท่อร้อยสายไฟ ท่อน้ำทิ้งของระบบปรับอากาศ สวิตช์ ปลั๊ก ช่องซ่อมบำรุง เป็นต้น

ผลิตภัณฑ์

ระบบผนังเบากันเสียงเสริมความแข็งแรง 4 ชั้น ประกอบด้วยวัสดุดังต่อไปนี้

1. แผ่นยิปซัม ความหนาแน่นสูง ขอบลาด หนา 15 มม. [ผลิตตามมาตรฐาน มอก. 219-2552 และ/หรือ ASTM C1396] ได้รับมาตรฐาน Severe Duty ตามมาตรฐานการทดสอบ BS 5234 ทุกการทดสอบ

2. แผ่นไฟเบอร์ซิเมนต์ เอสซีจี สมาร์ทบอร์ด หนา 8 มม. [ผลิตตามมาตรฐานของ มอก.1427-2540] มีความหนาแน่น [1300 ± 50] กก/ลบ.ม. ผลิตภัณฑ์ไม่มีส่วนประกอบของใยหิน วัสดุมีคุณสมบัติไม่ลามไฟ และได้รับการทดสอบเป็นวัสดุไม่ติดไฟ (Non-Combustible) ตามมาตรฐานการทดสอบ BS 476:Part 4

3. โครงคร่าวผนังเหล็กชุบสังกะสี ด้วยชั้นเคลือบ Coating Z220 ขนาดโครง 49x34, 51x33]มม. ความหนาของแผ่นเหล็กไม่ต่ำกว่า 0.50 มม. ระยะห่างของโครงคร่าวตั้งทุก 300,400,600มม. ผลิตตามมาตรฐาน มอก. 863-2532

4. วัสดุอะคูสติก เอสซีจี สำหรับผนังกันเสียง รุ่น CylenceTM Batt เนื้อฉนวนใยแก้วสีเขียวใส่สาร HydroProtecTM ลดการอุ้มน้ำ ความหนาแน่น 32 กก/ลบ.ม. กำหนดค่าการนำความร้อน (k-Value) ไม่เกิน 0.033 W/m.K ผลิตตามมาตรฐาน มอก. 486/2527 เนื้อฉนวนใยแก้วผ่านการทดสอบความปลอดภัยของเส้นใยเมื่อเข้าสู่ร่างกาย จาก EUCEB (European Certification Board for Mineral Wool Products), ผ่านการทดสอบVOC ตามมาตรฐาน CDPH/EHLB/Standard Method Version 1.2, ได้รับฉลากเขียวจากสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย

ให้ใช้วัสดุของระบบผนังเบากันเสียงเสริมความแข็งแรง 4 ชั้น ทั้งหมดของ บริษัท เอสซีจี ลิฟวิง แอนด์ เฮาส์ซิง โซลูชั่น จำกัด, Trandar, Gyproc หรือเทียบเท่า

การดำเนินการ

(1) ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบแบบก่อสร้าง และประสานงานกับทีมงานก่อสร้าง ผู้ติดตั้งงานระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ และระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับผนังเพื่อเตรียมพื้นที่หน้างานและงานอื่น ๆ เช่น การกำหนดแนว, ระบบท่อภายในผนัง เป็นต้น เพื่อให้งานระบบผนังเบากันเสียงเสริมความแข็งแรง 4 ชั้นมีความแข็งแรงและเรียบร้อยสวยงาม

(2) ในกรณีที่จำเป็นต้องเตรียมช่องสำหรับผนังสำหรับซ่อมแซมงานระบบต่าง ๆ ของอาคารในภายหลัง ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งให้แข็งแรง และเรียบร้อย ตามที่กำหนดในแบบ หรือตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบ

(3) ระดับความสูงของผนัง ให้ถือตามระบุในแบบ แต่อาจเปลี่ยนแปลงได้เล็กน้อย ตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

(4) ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบความปลอดภัยก่อนเริ่มปฏิบัติงาน และปฏิบัติตามขั้นตอนความปลอดภัยของผู้ว่าจ้างอย่างเคร่งครัด

การติดตั้งระบบผนังเบากันเสียงเสริมความแข็งแรง 4 ชั้น

(1) กำหนดแนวผนังที่จะติดตั้ง พร้อมตีแนวเส้นของผนังไว้ที่พื้น และท้องพื้นอาคาร หรือหากเป็นผนังลอย (ผนังติดตั้งโดยด้านบนไม่ชนท้องพื้นหรือในอีกกรณีเป็นผนังที่ห้อยลงมาจากท้องพื้น) ต้องเสริมโครงเหล็กแนวนอนและตัวตั้งตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานหรือตามผู้ออกแบบ ทำการวางโครงคร่าวตัวยูตามแนวผนังที่ได้ตีเส้นไว้ ยึดติดกับพื้นอาคารและท้องพื้นชั้นถัดไปด้วยตะปูเหล็กขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 20 มม. ทุกระยะ 400 มม. หรือใช้วัสดุและวิธีการอื่นที่ให้ความแข็งแรงเทียบเท่า (กรณีพื้นอาคารไม่ใช่คอนกรีต หรือเป็นโครงเหล็ก ให้ใช้วัสดุยึดที่เหมาะสม)

(2) ตัดโครงคร่าวตัวซีตามความสูงของผนังที่จะกั้น โดยวางลงในรางของเหล็กตัวยูให้ได้ฉากกับพื้น ทุกระยะห่าง 600 มม. หรือตามที่ระบุในแบบ หรือตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน ทำการยึดติดระหว่างโครงคร่าวตัวซีและโครงคร่าวตัวยูที่บริเวณปลายโครงคร่าวด้วยสกรูยิงโครงคร่าว หรือคีมย้ำเหล็ก ด้านละ 1 จุด

(3) นำแผ่นไฟเบอร์ซิเมนต์ความหนา 8 มม.หรือตามที่ระบุในแบบขึ้นติดตั้งกับโครงคร่าวในแนวตั้ง ยึดกับโครงคร่าวเหล็กด้วยตะปูเกลียวปลายสว่านหรือสกรู ระยะห่างของสกรูแต่ละตัวไม่เกิน 400 มม. การยิงสกรูให้หัวสกรูจมลงในแผ่นยิปซัมหรือแผ่นไฟเบอร์ซิเมนต์ประมาณ 1 – 1.5 มม.(ไม่ควรให้จมทะลุแผ่นไฟเบอร์ซิเมนต์ลงไป)

(4) ในกรณีที่มีระบบผนังออกแบบให้ใส่ฉนวนใยแก้ว (CylenceTM Batt) ให้ทำการใส่ฉนวนใยแก้วก่อนทำการปิดแผ่นไฟเบอร์ซิเมนต์ในด้านที่ 2

(5) ทำการติดตั้งแผ่นไฟเบอร์ซิเมนต์ความหนา 8 มม. หรือแผ่นยิปซัม ความหนา 15 มม.อีกชั้น โดยในแนวรอยต่อแผ่นชั้นที่ 2 ไม่ตรงกับแผ่นไฟเบอร์ซิเมนต์ที่ได้ทำการติดตั้งไปก่อนหน้า

(6) ทำการฉาบรอยต่อระหว่างแผ่นตามคำแนะนำของผู้ผลิต

การบำรุงรักษา

งานระบบผนังเบากันเสียงเสริมความแข็งแรง 4 ชั้นที่ติดตั้งเสร็จแล้ว จะต้องได้แนวระดับ และแนวฉากที่เรียบร้อยสวยงาม ผู้รับจ้างจะต้องป้องกันไม่ให้งานระบบผนังเบากันเสียงเสริมความแข็งแรง 4 ชั้นหรือเสียหายตลอดระยะเวลาก่อสร้าง

ผนังแผ่นคอมโพสิต

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 หมวดงานนี้ประกอบด้วย แผ่นผนังคอมโพสิตที่ใช้ในการประกอบเป็นผนังอาคารทั้งภายใน และภายนอก และ/หรือ องค์ประกอบอื่น ๆ ของอาคารที่ได้ทำการระบุไว้ในแบบก่อสร้าง

1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือ และความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพ เพื่อดำเนินการติดตั้งประกอบขึ้นเป็น แผ่นผนังอะลูมิเนียมคอมโพสิต ชนิดไส้กลางทนไฟ, แผ่นผนังอะลูมิเนียมคอมโพสิตรังผึ้งพร้อมด้วยโครงคร่าวตามที่กำหนดเพื่อการยึดแผ่นผนังคอมโพสิต รวมทั้งอุปกรณ์อื่น ๆ และวัสดุยาแนว เพื่อเป็นการป้องกันการรั่วซึมของน้ำ และการรับแรงลม ในพื้นที่ที่กำหนดตามระบุไว้ในแบบก่อสร้าง ให้แล้วเสร็จสมบูรณ์ และเป็นไปตามมาตรฐานวิธีการติดตั้งตามที่ระบุในแบบและรายการประกอบแบบ

1.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาตัวอย่างแผ่นผนังคอมโพสิต ขนาด 600 x 600 มม. และวัสดุที่ใช้ในการติดตั้ง พร้อมรายละเอียดการติดตั้ง และ Shop Drawing ให้ผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อนการติดตั้ง ชิ้นงานตัวอย่างจะต้องแสดงรอยต่อ การยาแนว มุมยึดต่าง ๆ การติดตั้งกับผนังอาคาร รางระบายน้ำ และเทคนิคการติดตั้งที่จำเป็นต่อการทำงาน

1.3.1 การยื่นเสนอเอกสาร และตัวอย่างเพื่อให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติและผู้ออกแบบเลือกสีก่อนการสั่งซื้อ

- รายละเอียดของผลิตภัณฑ์ ต้องแสดงรายละเอียดคุณสมบัติของวัสดุตามที่ผู้ออกแบบกำหนด ผลการทดสอบตามมาตรฐานต่าง ๆ ตลอดจนข้อจำกัดด้านการใช้งานของวัสดุ

- เอกสารที่แสดงว่าวัสดุนั้นผ่านการทดสอบ และได้มาตรฐานตามที่กำหนด

- วิธีการติดตั้ง และรายละเอียดวัสดุอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

- ยื่นเสนอวัสดุที่จะใช้แต่ละชนิด รวมถึงอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งแบบ Shop Drawing ของ Detail การติดตั้งไม่น้อยกว่า 2 ตัวอย่าง ส่งให้กับผู้ออกแบบเพื่อขออนุมัติ และตรวจสอบตามความต้องการของผู้ออกแบบก่อนที่จะนำไปติดตั้ง

1.3.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Shop Drawing แสดงวิธีการติดตั้ง และกระบวนการเพื่อให้งานแล้วเสร็จสมบูรณ์ ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง

- แบบแปลน รูปด้าน รูปตัด ของผนัง ฝ้าเพดาน แสดงแนวโครงคร่าว ระยะ และตำแหน่งงานระบบต่าง ๆ

- แบบขยายการติดตั้งบริเวณ ขอบ มุม รอยต่อ การชนผนัง และโครงสร้างของอาคาร

- แบบรายละเอียดการยึดกับโครงสร้างอาคาร หรือโครงหลังคา

- แบบขยายอื่นที่เกี่ยวข้องหรือจำเป็น เช่น รอยต่อวงกบ การติดตั้งท่อร้อยสายไฟ ท่อน้ำทิ้งของระบบปรับอากาศ สวิตช์ปลั๊ก ช่องซ่อมบำรุง เป็นต้น

- แบบขยายการอุดช่องว่างต่าง ๆ เพื่อป้องกันการลุกลามของไฟของงานแผ่นผนังคอมโพสิตรวมถึงวัสดุยาแนวเฉพาะจุด

1.4 ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบแบบก่อสร้างระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ ระบบสุขาภิบาล และระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องและประสานงานกับส่วนอื่น ๆ ให้ทำงานไปด้วยความเรียบร้อย

1.5 มาตรฐานอ้างอิง

1.5.1 มาตรฐานของพื้นผิวอะลูมิเนียมที่นำมาใช้ ต้องผ่านมาตรฐานการทดสอบโดยมีเอกสารยืนยันผลการทดสอบตามมาตรฐานดังต่อไปนี้ หรือเทียบเท่า

- ECCA (European Coil Coating Association)

- AAMA (American Aluminum Manufacturer Association) หรือ NCCA (National Coil Coating Association)]

1.5.2 มาตรฐานการทดสอบวัสดุประเภททนไฟ (Non-Combustible Core) ไม่ลามไฟ และไม่ก่อเกิดสารพิษ ผ่านการทดสอบโดยมีเอกสารผลการทดสอบยืนยันรับรอง ตามมาตรฐานดังต่อไปนี้ หรือเทียบเท่า

- ASTM E84 Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials

- EN 13501-1 Fire Classification of Construction Products and Building Elements - Part 1: Classification Using Data from Reaction to Fire Tests

- ASTM E108 Standard Test Methods for Fire Tests of Roof Coverings

- ASTM E119 Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials]]

1.6 ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันคุณภาพของแผ่นผนังคอมโพสิต โดยยืนยันเป็นลายลักษณ์อักษรจากบริษัทผู้ผลิตในเรื่องคุณภาพสีและการแยกชั้นของแผ่นอะลูมิเนียมคอมโพสิต เป็นเวลา 20 ปี และการติดตั้งเป็นเวลา 5 ปี

1.7 บริษัทติดตั้งงานแผ่นผนังคอมโพสิต ต้องเป็นบริษัทที่มีเครื่องมือทันสมัย ช่างที่มีฝีมือ และความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพ ประวัติ และผลงานการติดตั้งที่ดี โดยเสนอผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนที่ผู้รับจ้างจะว่าจ้างให้เป็นผู้ติดตั้ง

2. ผลิตภัณฑ์

2.1 แผ่นผนังอะลูมิเนียมคอมโพสิต (Aluminum Composite Material: ACM) ชนิดไส้กลางทนไฟ ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ ของ APOLIC หรือ ATIS หรือ FRAMELINE หรือเทียบเท่า

2.1.1 มิติ (Dimension)

- ความหนาของแผ่นมาตรฐาน 4 มม.

- ความหนาของแผ่นอะลูมิเนียม ไม่น้อยกว่า 0.5 มม. (Base Metal Thickness)

- น้ำหนัก (ที่ความหนา 4 มม.) ไม่น้อยกว่า 7.6 กก./ ตร.ม.

2.1.2 พื้นผิวของแผ่นอะลูมิเนียม

- Alloy Series 3xxx หรือ Alloy Series 5xxx หนาไม่น้อยกว่า 0.5 มม. (BMT) ประกบอยู่ทั้ง 2 ด้าน

- ด้านหน้าเคลือบสีระบบ ระบบ Fluorocarbon Coating คุณภาพสูง ชนิด PVDF (Polyvinylidene Fluoride) 70/30 หรือ FEVE (Fluoroethylene Vinyl Ether)] โดยมีเอกสารยืนยันผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน AAMA 2605 หรือเทียบเท่า

- ชนิด Metallic Color ระบบเคลือบ 3 ครั้ง อบ 3 ครั้ง โดยมีความหนาของสีเคลือบตั้งแต่ 30 ไมครอนขึ้นไป

- ชนิด Solid Color ระบบเคลือบ 2 ครั้ง อบ 2 ครั้ง โดยมีความหนาของสีเคลือบตั้งแต่ 25 ไมครอนขึ้นไป

- ด้านหลังแผ่นต้องมี Service Coating เคลือบสีด้วยระบบ Polyester Coating หรือ Polyurethane หรือ Epoxy Coating เพื่อป้องกันการสึกกร่อนจากปฏิกิริยา Oxidation

- การเคลือบผิวหน้าอะลูมิเนียม ส่วนที่สัมผัสกับแกนกลางต้องมีการใช้สีป้องกันสนิม (Rust Preventing Paint)

2.1.3 สารไส้กลางระหว่างแผ่นอะลูมิเนียม เป็นประเภท FR (Non-Combustible Mineral Filled Core) มีสารหน่วงไฟซึ่งมีคุณสมบัติกันไฟ ช่วยป้องกันการลุกลามของไฟ จำกัดการเกิดเปลวไฟ และไม่ก่อให้เกิดควันพิษที่เป็นอันตราย และผ่านการทดสอบมาตรฐานตามที่ระบุในข้อ 1.5.2

2.2 แผ่นผนังอะลูมิเนียมคอมโพสิตรังผึ้ง (Aluminum Composite Honeycomb Core)

2.2.1 มิติ (Dimension)

- ความหนาของแผ่นอะลูมิเนียมด้านหน้า ไม่น้อยกว่า 0.8 มม. (Base Metal Thickness)
- ความหนาของแผ่นอะลูมิเนียมด้านหลัง ไม่น้อยกว่า 0.5 มม. (Base Metal Thickness)
- ความหนาของแผ่นมาตรฐาน ไม่น้อยกว่า 6 มม.
- การแอ่นตัวของแผ่น ไม่เกิน L/175

2.2.2 พื้นผิวของแผ่นอะลูมิเนียม

- Alloy Series 3xxx หรือ Alloy Series 5xxx หนาไม่น้อยกว่า 0.5 มม. BMT ประกบอยู่ทั้ง 2 ด้าน
- ด้านหน้าเคลือบสีระบบ ระบบ Fluorocarbon Coating คุณภาพสูง ชนิด PVDF (Polyvinylidene Fluoride) 70/30 หรือ FEVE (Fluoroethylene Vinyl Ether)] โดยมีเอกสารยืนยันผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน AAMA 2605
- ชนิด Metallic Color ระบบเคลือบ 3 ครั้ง อบ 3 ครั้ง โดยมีความหนาของสีเคลือบตั้งแต่ 30 ไมครอนขึ้นไป
- ชนิด Solid Color ระบบเคลือบ 2 ครั้ง อบ 2 ครั้ง โดยมีความหนาของสีเคลือบตั้งแต่ 25 ไมครอนขึ้นไป
- ด้านหลังแผ่นต้องมี Service Coating เคลือบสีด้วยระบบ Polyester Coating หรือ Polyurethane หรือ Epoxy Coating เพื่อป้องกันการสึกกร่อนจากปฏิกิริยา Oxidation
- การเคลือบผิวหน้าอะลูมิเนียม ส่วนที่สัมผัสกับแกนกลางต้องมีการใช้สีป้องกันสนิม (Rust Preventing Paint)

2.2.3 ไส้กลางผนังอะลูมิเนียมคอมโพสิตรังผึ้ง ทำด้วยรังผึ้งอะลูมิเนียมขนาดช่องเซลล์ไม่เล็กกว่า 5.5 มม.

2.3 วัสดุยาแนวระหว่างแผ่นผนังคอมโพสิตให้ใช้วัสดุยาแนวซิลิโคนชนิดไม่ก่อให้เกิดคราบ (Non-staining Sealant) ตามที่ระบุในหมวดวัสดุยาแนว โดยได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

2.4 แผ่นฟิล์มป้องกันความเสียหาย (Protective Film) ต้องคงสภาพอยู่บนแผ่นผนังคอมโพสิตไม่หลุดลอกออกมาก่อนกำหนดใช้งาน และไม่ทิ้งคราบกาวเมื่อลอกออก ภายในระยะเวลา 2 ปี

2.5 โครงคร่าวย่อยต้องเป็นไปตามที่แบบก่อสร้างกำหนด และ/หรือตามรายการประกอบแบบ โดยให้มีการเสริมกำลังแผ่นให้แข็งแรงเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้ผลิตด้วย

3. การดำเนินการ

3.1 การตรวจสอบ

3.1.1 ผู้รับจ้างจะต้องประสานงานกับผู้รับจ้างหลัก เพื่อกำหนดตำแหน่งของโครงสร้างต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการติดตั้ง เพื่อกำหนดตำแหน่งโครงคร่าว และตรวจสอบสถานที่ก่อสร้างทุกแห่งที่จะมีการติดตั้งให้สมบูรณ์เรียบร้อย ถ้ามีข้อบกพร่องใด ๆ ให้แก้ปัญหาให้ถูกต้องก่อนที่จะมีการติดตั้ง

3.1.2 ระบบโครงคร่าวที่ใช้ในการติดตั้งจะต้องได้รับการตรวจสอบว่ามีความถูกต้อง แข็งแรง ได้ระดับ และเส้นแนวตรงเรียบร้อย หรือลวดลายได้ฉาก แห้ง สะอาด และปราศจากข้อเสียหาย ตามที่ผู้ออกแบบกำหนดด้วยความประณีตเรียบร้อย

3.2 การขนส่ง จัดเก็บ และการยกย้าย

3.2.1 การบรรจุลงหีบห่อ การขนส่ง การยกย้าย และการนำออกจากบรรจุภัณฑ์จะต้องมีแผ่นฟิล์มป้องกันผิวแผ่นผนังคอมโพสิตปกป้องอยู่โดยตลอด การจัดเก็บที่สถานที่ก่อสร้างจะต้องบรรจุอยู่ในบรรจุภัณฑ์ที่ผู้ผลิตกำหนด และจัดเก็บในพื้นที่ตามคำแนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด

3.2.2 การรับสินค้าที่สถานที่ก่อสร้าง จะต้องได้รับการตรวจสอบแผ่นผนังคอมโพสิตทุกแผ่น และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องว่าไม่เกิดความเสียหายใด ๆ ขึ้น ห้ามใช้วัสดุที่มีความเสียหายในทุกกรณี

3.3 การติดตั้ง

3.3.1 งานทุกส่วนที่ติดตั้งจะต้องได้ระดับ และเส้นแนวตรงเรียบร้อย หรือลวดลายได้ฉาก ตามที่ผู้ออกแบบกำหนดด้วยความประณีตเรียบร้อย

3.3.2 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งแผ่นผนังคอมโพสิต ตามแบบ Shop Drawing ที่ทางผู้ออกแบบอนุมัติให้ได้แนว และระนาบ

3.3.3 ระยะรอยต่อของแผ่น แต่ละแผ่นต้องได้แนวเท่ากันตลอด และต้องเสริมโฟม (Backer Rod) ก่อนยาแนวด้วยซิลิโคนที่กำหนด

3.3.4 กรณีที่ติดตั้งแผ่นผนังคอมโพสิตเป็นผนังโค้ง แผ่นอะลูมิเนียมนั้นจะต้องดัดโค้ง โดยใช้แท่นลูกกลิ้ง และให้ทำในขณะที่มีแผ่นฟิล์มป้องกันความเสียหายติดตั้งอยู่เท่านั้น

3.4 การทำความสะอาด

3.4.1 ผู้รับจ้างจะต้องลอกวัสดุฟิล์มที่บนแผ่นผนังคอมโพสิตหลังจากติดตั้งเสร็จ ตามระยะเวลาที่ทางผู้ผลิตกำหนดไว้ เมื่อลอกแผ่นฟิล์มแล้วให้ระวังการเก็บกองรวมกันไม่ให้อยู่ใกล้แหล่งความร้อน และให้รีบขนย้ายแผ่นฟิล์มออกนอกหน่วยงานโดยเร็ว

3.4.2 ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดทุกแห่งหลังจากการติดตั้ง ผิวของวัสดุต้องปราศจากรอย ขูดขีด หรือรอยแตกร้าวของสี รอยด่าง หรือมีตำหนิ และต้องไม่เปรอะเปื้อน ก่อนการอนุมัติตรวจสอบจากผู้ออกแบบ และก่อนการส่งมอบงาน

ผนังแผ่นโลหะรีดลอน

ขอบเขตงาน

1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือ และความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพที่ดี ในการติดตั้งงานแผ่นผนังโลหะรีดลอน (Metal Siding) ตามระบุในแบบ และรายการประกอบแบบ

1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาตัวอย่างวัสดุ แสดงรายละเอียดคุณสมบัติของวัสดุ ขนาด และวิธีติดตั้งงานแผ่นผนังโลหะรีดลอน[งานแผ่นโปร่งแสง] ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการ

1.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ Shop Drawing แสดงถึงรายละเอียดการติดตั้ง (Installation), การยึด (Fixing), การป้องกันการรั่วซึมของน้ำ (Watertight) และรายการคำนวณต่าง ๆ เพื่อขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อนการติดตั้ง

1.4 หลังการติดตั้งจะต้องทำการทดสอบการรั่วซึมของแผ่นผนังโลหะรีดลอนที่อาจจะเกิดขึ้น

1.5 ผู้ติดตั้งงานแผ่นผนังโลหะรีดลอนจะต้องมีประสบการณ์งานติดตั้งแผ่นผนังโลหะรีดลอนมีคุณภาพเป็นที่น่าพอใจเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี

1.6 ผู้รับจ้างจะต้องออกหนังสือรับประกันคุณภาพของวัสดุ และการติดตั้งเป็นเวลาไม่น้อยกว่า [5] ปี

ผลิตภัณฑ์

2.1 แผ่นผนังโลหะรีดลอนเคลือบสี ให้ใช่รุ่น ของยี่ห้อ ตามที่ระบุไว้

2.2 แผ่นโปร่งแสง ลอนเดียวกับแผ่นผนังโลหะรีดลอน ตามมาตรฐาน มอก. 612-2549 แผ่นพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้ว ผลิตจากโพลีเอสเตอร์เรซินเกรดป้องกันการลามไฟ เสริมแรงด้วยเส้นใยไฟเบอร์กลาสคุณภาพสูง ผิวบนเคลือบด้วยฟิล์มป้องกันรังสี UV ความหนาของแผ่น 1.50 มม. น้ำหนัก 2,400 ก./ตร.ม. สีขุ่น ปริมาณแสงส่องผ่านไม่น้อยกว่า 35% ผ่านการทดสอบการลามไฟตามมาตรฐาน BS Standard Class 2 (BS 476 Part 7), Fire Propagation Index ไม่เกิน 12.7 (BS 476 Part 6)

2.3 แผ่นผนังโลหะรีดลอนจะต้องมีรูปร่างขนาดตามระบุในแบบ สอดคล้องกับที่ได้ใช้งานอยู่ และมีคุณสมบัติ ดังนี้

2.3.1 แผ่นเหล็กจะต้องเคลือบสารป้องกันการผุกร่อน เป็นโลหะผสมประกอบด้วย อะลูมิเนียม 55% ผสมสังกะสี AZ150 ตามมาตรฐาน มอก.2228-2565 เหล็กกล้าคาร์บอนทรงแบนรีดเย็น เคลือบอะลูมิเนียม 55% ผสมสังกะสี โดยกรรมวิธีจุ่มร้อนแบบต่อเนื่อง สำหรับงานทั่วไป งานขึ้นรูป และงานโครงสร้าง

2.3.2 แผ่นเหล็กมีความแข็งแรง ณ จุดคราก ของเหล็ก (ค่า Minimum Yield Strength) ต้องไม่น้อยกว่า 550 Mpa (G550) และ300 Mpa (G300)

2.3.3 การเคลือบสีแผ่นเหล็กตามมาตรฐานออสเตรเลีย AS 2728-2013 Prefinished/ prepainted sheet metal products for interior/exterior building applications – Performance requirements หรือเทียบเท่า สีผู้ออกแบบระบุภายหลัง

- ชั้นเคลือบด้านบน ประกอบด้วย สีรองพื้นหนา 5 ไมครอน เคลือบทับด้วยสีโพลีเอสเตอร์ หนา 20 ไมครอน

- ชั้นเคลือบด้านล่าง ประกอบด้วย สีรองพื้นหนา 5 ไมครอน เคลือบทับด้วยสีโพลีเอสเตอร์ สีเทา หนา 5 ไมครอน

2.3.4 ความหนาแผ่นเหล็กไม่รวมชั้นเคลือบ (BMT) 0.42 มม.

2.3.5 แผ่นผนังโลหะรีดลอน ต้องเป็นแผ่นเดียวยาวตลอดความสูงผนัง การยึดให้ใช้ระบบ Bolt

2.4 วัสดุ และอุปกรณ์จะต้องมีเครื่องหมายแสดงบริษัทผู้ผลิต

2.5 สกรูยึดแผ่นผนังโลหะรีดลอน เป็นไปตามมาตรฐานออสเตรเลีย AS 3566-1988 Screws - Self-drilling - For the building and construction industries Class 3 หรือเทียบเท่า

2.6 หลังแผ่นผนังโลหะรีดลอน ให้ติดตั้งฉนวนกันความร้อน PU หนา 25 ม.ม.

การดำเนินการ

3.1 ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งให้เป็นไปตาม Shop Drawing ที่ได้รับอนุมัติ การติดตั้งส่วนอื่นที่เกี่ยวข้องกับงานแผ่นผนังโลหะรีดลอน เช่น แผ่นผนังโปร่งแสง และเกล็ดระบายอากาศ จะต้องถูกต้องตามกรรมวิธี และคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต และได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

3.2 ระยะห่างสูงสุดระหว่างจุดรองรับ การรับแรงลม และความสามารถในการป้องกันน้ำฝน ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์

3.3 การติดตั้ง

3.3.1 ติดตั้งแผ่นผนังให้ลอนอยู่ในแนวตั้งหรือแนวนอนตามที่ระบุในแบบ หากติดตั้งให้ลอนอยู่ในแนวนอน ต้องเรียงให้แผ่นบนเกยทับแผ่นล่าง สำหรับพื้นที่ที่มีความยาวมากจำเป็นต้องต่อแผ่น ควรเรียงจัดช่วงซ้อนทับอย่างน้อย 750 มม. ให้ป้องกันการรั่วซึมที่รอยต่อด้วยวัสดุยาแนวซิลิโคน

3.3.2 ตำแหน่งการยึดสกรูให้ยึดบริเวณกลางท้องลอน ในบริเวณที่มีโครงคร่าวรองรับ กรณีที่สภาพลมปกติให้ใช้สกรูจำนวน 4 ตัว ตลอดความกว้างแผ่น ระยะห่าง 200-250 มม. ในกรณีที่สภาพลมรุนแรง ผนังที่ติดตั้งสูงเกินกว่า 10 ม. ให้ใช้สกรูจำนวน 8 ตัว ตลอดความยาวแผ่น ระยะห่าง 50-100 มม.

3.3.3 การประกอบรอยต่อ หัวมุม และขอบแผ่น ให้ใช้แผ่นครอบสำเร็จรูปที่ทำด้วยเหล็ก หรืออะลูมิเนียม หรือพลาสติกประกอบการติดตั้ง

3.3.4 การต่อแผ่นด้านข้างให้ใช้วิธีซ่อนลอน หรือเกยขอบแผ่นตามที่กำหนดโดยสถาปนิก ให้ยิงสกรูยึดโดยทิ้งระยะระหว่างสกรูแต่ละตัวประมาณ 200-250 มม.

3.3.5 ก่อนยาวัสดุยาแนวประเภทซิลิโคนบริเวณรอยต่อ ให้ทำความสะอาดบริเวณที่จะยาแนว

3.3.6 การติดตั้งแผ่นโปร่งแสง

- ยึดแผ่นโปร่งแสงเข้ากับโครงคร่าวโดยใช้ดอกสว่านที่มีขนาดใหญ่กว่าสกรูประมาณ 3-5 มม. เจาะนำก่อนเพื่อให้แผ่นโปร่งแสงยืดหรือหดตัวได้ จากนั้นขันสกรูพร้อมแหวนยาง

- การต่อแผ่นโปร่งแสงรอยต่อจะต้องอยู่บนโครงคร่าว และควรมีระยะต่อแผ่นที่ 200-400 มม.

การทดสอบ และการทำความสะอาด

4.1 หลังการติดตั้ง จะต้องมีการทดสอบการรั่วซึมของแผ่นผนัง โดยการฉีดน้ำตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงาน หากมีการรั่วซึม ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยน หรือซ่อมแซมให้เรียบร้อยโดยไม่คิดมูลค่าใด ๆ ทั้งสิ้น

4.2 ก่อนส่งมอบงานงวดสุดท้าย ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดแผ่นผนังโลหะรีดลอนให้ปราศจากสิ่งสกปรก และเศษวัสดุต่าง ๆ ให้สะอาดเรียบร้อย

ผนังแผ่นโปร่งแสง

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือ และความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพ ในการติดตั้งงานแผ่นหลังคาอะคริลิก ตามระบุในแบบ และรายการประกอบแบบ

1.2 ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างพร้อมรายละเอียด และขั้นตอนการติดตั้งงานแผ่นหลังคาอะคริลิก พร้อมอุปกรณ์ติดตั้ง ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการสั่งซื้อ

2. ผลิตภัณฑ์

แผ่นหลังคาโปร่งแสงอะคริลิก ความหนา 6 มม. ผิวบนและล่างเรียบ ไม่มีลอน ผลิตจากวัตถุดิบ เรซินอะคริลิกบริสุทธิ์ 100% เกรดคุณภาพสูง ไม่มีส่วนผสมของรีไซเคิล ผลิตตามมาตรฐาน มอก.2685- 2558 ด้วยวิธีการหล่อแผ่นแบบต่อเนื่อง (Continuous Casting Sheet) มีความหนาสม่ำเสมอ ความกว้างแผ่นเริ่มต้น 1.38 เมตร หรือตามความเหมาะสม และมีความยาว 3-6 เมตร รับประกันสีไม่ลอกร่อน เป็นระยะเวลา 10 ปี

3.การดำเนินการ

3.1 ขั้นการการอนุมัติ : ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่างแผ่น, เฉดสี และ Shop drawing ให้กับผู้ออกแบบทำการอนุมัติก่อนการติดตั้งสินค้า

3.2 จัดหาวัสดุ : ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและทำการติดตั้งแผ่นหลังคาอะคริลิก บริเวณโครงสร้างผนังภายนอก ทั้งหมด ตามรายละเอียดของวัสดุที่ระบุ โดยจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด

3.3 ตรวจเช็คโครงสร้างหลังคา : ระยะห่างของโครงเหล็กทั้งจันทันและแปควรมีความเหมาะสม ตามคำแนะนำในคู่มือการติดตั้งผลิตภัณฑ์อย่างเคร่งครัด

3.4 ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบแบบก่อสร้าง : และประสานงานกับผู้ติดตั้งเพื่อกำหนดตำแหน่งของระบบไฟ ระบบการระบายน้ำ และระบบอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับงานหลังคา เช่น งานเตรียมตำแหน่งโครงสร้าง, ตำแหน่งการติดตั้งระบบไฟ เป็นต้น เพื่อให้ติดตั้งแผ่นหลังคาอะคริลิกได้อย่างเรียบร้อยสวยงาม

3.4 การปฏิบัติงานควรสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันและต้องคำนึงถึงความปลอดภัยจากการติดตั้งก่อนเสมอทุกครั้ง

4. การติดตั้ง

การติดตั้งให้ติดตั้งตามมาตรฐานของผู้ผลิต โดยผู้ติดตั้งต้องเป็นผู้ที่ได้รับการอบรมจากผู้ผลิต และ

ติดตั้งตามมาตรฐานของผู้ผลิตสินค้า โดยปฏิบัติตามคู่มือการติดตั้งแผ่นโปร่งแสงอะคริลิก

2.3 งานฝ้าเพดาน

<u>งานฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด</u>

ขอบเขตงาน

(1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือ และความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพที่ดี ในการติดตั้งงานยิปซัมบอร์ดตามระบุในแบบ และรายการประกอบแบบ

(2) ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างพร้อมรายละเอียด และขั้นตอนการติดตั้งงานยิปซัมบอร์ด เช่น แผ่นยิปซัม โครงคร่าวผนัง และฝ้าเพดาน พร้อมอุปกรณ์ต่างๆ ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการสั่งซื้อ

(3) ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Shop Drawing เพื่อให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง ดังนี้

แบบแปลน, รูปด้าน, รูปตัด ของผนัง หรือฝ้าเพดาน แสดงแนวโครงคร่าวระยะ และตำแหน่งสวิตช์ ปลั๊ก ดวงโคม หัวจ่ายลม หัวดับเพลิง และอื่นๆ ให้ครบถ้วนทุกระบบ

แบบขยายการติดตั้งบริเวณ ขอบ มุม รอยต่อ การชนผนัง และโครงสร้างของอาคาร

แบบรายละเอียดการยึด ห้อยแขวนกับโครงสร้างอาคาร หรือโครงหลังคา หรือผนังอาคาร

แบบขยายอื่น ที่เกี่ยวข้องหรือจำเป็น เช่น การติดตั้งท่อร้อยสายไฟ ท่อน้ำทิ้งของระบบปรับอากาศ สวิตช์ ปลั๊ก ช่องซ่อมบำรุง เป็นต้น

ผลิตภัณฑ์

1. แผ่นยิปซัมหนา [9] [12] [15] มม. ชนิดธรรมดา, ทนชื้น, กันความร้อน, หรือทนไฟ, กันเชื้อรา, ทนแรงกระแทกสูง SEVERE DUTY GRADE ตามระบุในแบบ ขนาด 1200x2400 มม. แบบขอบลาดสำหรับผนัง และขอบลาด2ด้านหรือ 4 ด้าน สำหรับฝ้าฉาบเรียบรอยต่อ ตามมาตรฐาน มอก. 219-2566 แผ่นยิปซัม ให้ใช้ของ ตราช้าง หรือ คนอฟ หรือ ยิปรอค หรือ เทียบเท่า

2. แผ่นยิปซัมสำหรับฝ้าภายนอกอาคาร และชายคา หนา [9] มม. ชนิดทนชื้นและไม่เกิดเชื้อรา ตามระบุในแบบ ขนาด 1200x2400 มม. แบบขอบลาด สำหรับฝ้าฉาบเรียบรอยต่อ [ตามมาตรฐาน มอก. 219-2552, ASTM C1396, BS 1230] อัตราการดูดซึมน้ำ 3% และวัสดุปิดผิวแบบพิเศษช่วยป้องกันการซึมผ่านของน้ำ ให้ใช้ของ ตราช้าง หรือ คนอฟ หรือ ยิปรอค หรือ เทียบเท่า

3. แผ่นฝ้าเพดานทีบาร์ ขนาด [600x600 มม. ความหนา 9 มม. แบบขอบเรียบ] [600x1 200 มม. ความหนา 12 มม. [แบบขอบเรียบ] [แบบขอบบังใบ]] ตามระบุในแบบ ตามมาตรฐาน มอก. 219-2552 แผ่นยิปซัม ให้ใช้ของ ตราช้าง หรือ คนอฟ หรือ ยิปรอค หรือ เทียบเท่า

4. โครงคร่าวผนังเหล็กชุบสังกะสี ขนาดไม่เล็กกว่า [30x70] มม. ความหนาของแผ่นเหล็กไม่ต่ำกว่า [0.50] มม. ระยะห่างของโครงคร่าวตั้งทุก [300,400 หรือ 600] มม.] [ตามมาตรฐาน มอก. 863-2532 โครงคร่าวเหล็กกล้าสำหรับยึดแผ่นฝ้าและแผ่นผนัง ให้ใช้ของ ตราช้าง หรือ คนอฟ หรือ ยิปรอค หรือ เทียบเท่า

5. โครงคร่าวฝ้าเพดานฉาบเรียบรอยต่อ ให้ใช้เหล็กชุบสังกะสี ขนาดไม่เล็กกว่า [14x37] มม. ความหนาของแผ่นเหล็กไม่ต่ำกว่า [0.50] มม. ระยะห่างของโครงคร่าวหลัก (วางตั้ง) ทุก [1000] มม. โครงคร่าวรอง (วางนอน) ทุก 400 มม. ลวดแขวนขนาด Dia. 4 มม. ทุกระยะ 1 000x1 200 มม. พร้อมสปริงปรับระดับทำด้วยสเตนเลสรูปผีเสื้อ [ตามมาตรฐาน มอก. 863-2532 โครงคร่าวเหล็กกล้าสำหรับยึดแผ่นฝ้าและแผ่นผนัง ให้ใช้ของ ตราช้าง หรือ คนอฟ หรือ ยิปรอค หรือ เทียบเท่า

6. โครงคร่าวฝ้าเพดานทีบาร์ ให้ใช้เหล็กชุบสังกะสีเคลือบสี ความหนาของแผ่นเหล็กไม่ต่ำกว่า [0.30] มม. พับขึ้นรูป 2 ชั้น โครงคร่าวหลักสูงไม่น้อยกว่า 38 มม. ระยะห่างทุก 1 210 มม. โครงคร่าวซอยสูงไม่น้อยกว่า 28 มม. ระยะห่างทุก 605 มม. หรือ 1210 มม. ลวดแขวนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 4 มม. ทุกระยะ 1210x1210 มม. พร้อมสปริงปรับระดับทำด้วยสเตนเลสรูปผีเสื้อ ให้ใช้ของ ตราช้าง หรือ คนอฟ หรือ ยิปรอค หรือ เทียบเท่า

7. คิ้วเข้ามุมต่างๆ สำหรับผนัง และฝ้าเพดานยิปซัม ให้ใช้คิ้วสำเร็จรูปตราช้าง หรือ คนอฟ หรือ ยิปรอค หรือ เทียบเท่า

8. ช่องเปิดฝ้าเพดานเพื่อการซ่อมบำรุง ให้ใช้ช่องเปิดฝ้าเพดานสำเร็จรูปซ่อนกรอบสำหรับฝ้าเพดานฉาบเรียบแบบทนความชื้น ของ ตราช้าง หรือ คนอฟ หรือ ยิปรอค หรือเทียบเท่า

การดำเนินการ

(1) ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบแบบก่อสร้าง และประสานงานกับผู้ติดตั้งงานระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ และระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับผนัง และงานฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด เช่น งานเตรียมโครงเหล็กยึดวงกบประตู โครงเหล็กในฝ้าสำหรับยึดลวดแขวนโครงคร่าวฝ้าเพดาน, ยึดดวงโคม, ยึดท่อลมของระบบปรับอากาศ เป็นต้น เพื่อให้งานยิปซัมบอร์ดแข็งแรง และเรียบร้อยสวยงาม

(2) ในกรณีที่จำเป็นต้องเตรียมช่องสำหรับเปิดฝ้าเพดาน หรือผนัง สำหรับซ่อมแซมงานระบบต่างๆ ของอาคาร หรือซ่อมแซมหลังคาในภายหลัง ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งให้แข็งแรง และเรียบร้อย ตามที่กำหนดในแบบ หรือตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบ

(3) ระดับความสูงของฝ้าเพดาน ให้ถือตามระบุในแบบ แต่อาจเปลี่ยนแปลงได้เล็กน้อย ตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

การติดตั้งโครงคร่าวผนังฉาบเรียบ และแผ่นยิปซัม

(1) กำหนดแนวผนังที่จะติดตั้ง พร้อมตีแนวเส้นของผนังไว้ที่พื้น และท้องพื้นอาคาร หรือหากเป็นผนังลอย (ไม่ติดท้องพื้น) อาจจะต้องเสริมโครงเหล็กแนวนอนตัวบน และตัวตั้ง ตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน หรือตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบ วางโครงคร่าวตัวยูตามแนวผนังที่ได้ตีเส้นไว้ ยึดติดกับพื้นอาคาร และท้องพื้นชั้นถัดไปด้วยพุกเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 6 มม. ทุกระยะ 600 มม. (กรณีพื้นอาคารไม่ใช่คอนกรีต หรือเป็นโครงเหล็ก ให้ใช้วัสดุยึดที่เหมาะสม)

(2) ตัดโครงคร่าวตัวซีตามความสูงของผนังที่จะกั้น โดยวางลงในรางของเหล็กตัวยูให้ได้ฉากกับพื้น ทุกระยะห่าง 300, 400 หรือ 600 มม. ตามคำแนะนำของผู้ผลิต หรือตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน ทำการยึดติดระหว่างโครงคร่าวตัวซี และโครงคร่าวตัวยูที่บริเวณปลายโครงคร่าวด้วยสกรูยิงโครงคร่าว หรือคีมย้ำเหล็ก ด้านละ 1 จุด กรณีมีการต่อแผ่นยิปซัมในแนวตั้งที่สูงกว่า 2 400 มม. ให้เสริมเหล็กตัวยูไว้เพื่อรับหัวแผ่นยิปซัมที่จะติดตั้งต่อไป

(3) นำแผ่นยิปซัมขอบลาดความหนา [12] [15] มม. ขึ้นติดตั้งกับโครงคร่าว โดยจะติดในแนวตั้ง และยกขอบแผ่นสูงจากพื้นอาคารอย่างน้อย 10 มม. เพื่อป้องกันน้ำ หรือความชื้นจากพื้นเข้าสู่แผ่นยิปซัม ยึดกับโครงคร่าวเหล็กด้วยสกรูยิปซัมขนาด 25 [หรือ 38 มม. สำหรับแผ่นยิปซัมหนา 15 มม.] ระยะห่างของสกรูแต่ละตัว 300 มม. ที่แนวกลางแผ่น และ 200 มม. ที่แนวขอบแผ่น ระยะห่างของสกรูจากขอบแผ่นยิปซัม 10-15 มม. ให้หัวสกรูจมลงในแผ่นยิปซัมประมาณ 1-1.5 มม. (ไม่ควรให้จมทะลุกระดาษแผ่นยิปซัมลงไป) การติดตั้งควรใช้เครื่องยิงสกรู

(4) ติดตั้งคิ้วเข้ามุม สำหรับทุกขอบ ทุกมุม เพื่อความเรียบร้อย และสวยงาม

(5) ฉาบปิดรอยต่อ, คิ้วเข้ามุมของแผ่นยิปซัม และรอยหัวสกรู ด้วยปูนฉาบ และเทปสำหรับฉาบเรียบแผ่นยิปซัม ฉาบจำนวน 3 ขั้นตอน โดยทิ้งระยะเวลาให้ปูนฉาบแห้งสนิทในแต่ละขั้นตอน ขัดแต่งปูนฉาบด้วยกระดาษทรายให้เรียบร้อย ก่อนทาสี หรือตกแต่งผนังยิปซัมต่อไป

(6) กรณีออกแบบผนังเพื่อวัตถุประสงค์ในการกั้นเสียง หรือกันไฟเพิ่มเติม ให้ปรึกษาผู้ผลิต หรือดำเนินการตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

การติดตั้งโครงคร่าวฝ้าฉาบเรียบรอยต่อ และแผ่นยิปซัม

(1) ยึดฉากริมฝ้าฉาบเรียบกับผนังโดยรอบให้มั่นคงแข็งแรง ด้วยพุกเหล็ก หรือตะปูคอนกรีต ให้ได้ระดับที่ต้องการตามที่ระบุในแบบก่อสร้าง ยึดฉากเหล็ก 2 รู เข้ากับใต้ท้องพื้นอาคารชั้นถัดไปที่ระยะ 1 000x1200 มม. (ระยะห่างของโครงคร่าวหลักเท่ากับ 1000 มม., ระยะห่างระหว่างชุดแขวนเท่ากับ 1200 มม.) ยึดด้วยพุกเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 6 มม. แนวโครงคร่าวหลักชุดแรกห่างจากผนัง 300 มม.

(2) วัดระยะความสูงจากฉากริมถึงท้องพื้นชั้นถัดไป เพื่อตัดลวด 4 มม. และประกอบชุดหิ้วโครง โดยใช้สปริงปรับระดับ และงอปลายด้านหนึ่งของลวด 4 มม. เป็นขอไว้ (หรืออาจใช้ฉากริมแทน ในกรณีมีช่องว่างระหว่างฝ้าเพดาน และใต้ท้องพื้นน้อยกว่า 200 มม.)

(3) นำชุดแขวนที่ประกอบไว้ขึ้นแขวนกับฉากเหล็ก 2 รู ที่ติดตั้งไว้ทั้งหมด ให้แนวชุดแขวนได้ดิ่ง

(4) นำโครงคร่าวหลักขึ้นวางลงในขอของชุดหิ้วโครงจนเต็มพื้นที่ติดตั้ง จะได้โครงคร่าวหลักทุกระยะห่าง 1000 มม.

(5) นำโครงคร่าวซอยขึ้นยึดติดกับโครงคร่าวหลัก โดยใช้ตัวล็อกโครง ติดตั้งโครงคร่าวซอยทุกระยะ 400 มม.

(6) ปรับระดับโครงคร่าวทั้งหมดอย่างละเอียดที่สปริงปรับระดับ ตรวจสอบระดับให้ถูกต้องตามแบบกำหนดก่อนยกแผ่นยิปซัมขึ้นติดตั้ง

(7) นำแผ่นยิปซัมขอบลาดความหนา [9] มม. ขึ้นติดตั้งกับโครงคร่าวซอย ให้ด้านยาว (2 400 มม.) ตั้งฉากกับแนวโครงคร่าวซอย ยึดโดยใช้สกรูยิปซัมขนาด 25 มม. ระยะห่างของสกรูแต่ละตัว 300 มม. ที่แนวกลางแผ่น และ 200 มม. ที่แนวขอบแผ่น ระยะห่างของสกรูจากขอบแผ่นยิปซัม 10-15 มม. และให้หัวสกรูจมลงในแผ่นยิปซัม ประมาณ 1-1.5 มม. (ไม่ควรให้จมทะลุกระดาษแผ่นยิปซัมลงไป) การติดตั้งควรใช้เครื่องยิงสกรู

(8) ติดตั้งคิ้วเข้ามุม สำหรับทุกขอบ ทุกมุม เพื่อความเรียบร้อย และสวยงาม

(9) ฉาบปิดรอยต่อ, คิ้วเข้ามุมของแผ่นยิปซัม และรอยหัวสกรู ด้วยปูนฉาบ และเทปสำหรับฉาบเรียบแผ่นยิปซัม ฉาบจำนวน 3 ขั้นตอน โดยทิ้งระยะเวลาให้ปูนฉาบแห้งสนิทในแต่ละขั้นตอน ขัดแต่งปูนฉาบด้วยกระดาษทรายให้เรียบร้อย ก่อนทาสี หรือตกแต่งผนังยิปซัมต่อไป

การติดตั้งโครงคร่าวฝ้าทีบาร์ และแผ่นยิปซัม

(1) ยึดฉากริมทีบาร์ กับผนังโดยรอบให้ได้ระดับที่ต้องการ ด้วยพุกเหล็ก หรือตะปูคอนกรีตให้ได้ระดับที่ต้องการตามแบบกำหนด ยึดฉากเหล็ก 2 รู เข้ากับใต้ท้องพื้นอาคารชั้นถัดไปที่ระยะ 1 210x1 210 มม. ยึดด้วยพุกเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 6 มม.

(2) วัดระยะความสูงจากฉากริมทีบาร์ ถึงท้องพื้นชั้นถัดไป เพื่อตัดลวดแขวนท่อนบนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 4 มม. และประกอบชุดแขวนโดยใช้สปริงปรับระดับทำด้วยสเตนเลสรูปผีเสื้อ และลวดแขวนท่อนล่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 4 มม. ประกอบกัน

(3) นำชุดแขวนที่ประกอบไว้ขึ้นแขวนกับฉากเหล็ก 2 รู ที่เตรียมไว้ทั้งหมด ให้แนวชุดแขวนได้ดิ่ง

(4) นำโครงคร่าวหลักขึ้นเกี่ยวกับชุดแขวนที่เตรียมไว้ โดยใช้ลวดคล้องเกี่ยวเข้าในรูบนสันของโครงคร่าวหลัก พันเกลียวอย่างน้อยสองรอบให้แน่น ติดตั้งโครงหลักจนเต็มพื้นที่ติดตั้ง ให้ได้โครงคร่าวหลักทุกระยะห่าง 1210 มม. ให้ขนานหรือตั้งฉากกับผนังห้อง

(5) นำโครงคร่าวซอยยาวขนาด 1210 มม. มาติดตั้งเข้าในช่องเจาะของโครงคร่าวหลักทุกระยะ 605 มม. โดยวางให้ได้ฉากกับโครงคร่าวหลัก ได้ระยะสันโครงคร่าว 605x1 210 มม. สำหรับวางแผ่นทีบาร์ขนาด 600x1200 มม. หากต้องการระยะสันโครงคร่าว 605x605 มม. สำหรับวางแผ่นทีบาร์ ขนาด 600x600 มม. ให้เพิ่มโครงคร่าวซอยสั้นขนาด 605 มม. ติดตั้งเข้าในช่องเจาะกึ่งกลางของโครงคร่าวซอยยาวขนาด 1210 มม. โดยวางให้ได้ฉากกับโครงคร่าวซอยยาว

(6) ปรับระดับโครงคร่าวทั้งหมดอย่างละเอียดที่สปริงปรับระดับ ตรวจสอบระดับให้ถูกต้องตามแบบกำหนด ก่อนวางแผ่นฝ้าเพดานทีบาร์ ขนาด [600x600 มม. ความหนา 9 มม.] [600x1200 มม.] ความหนา 12 มม. ที่ทาสี หรือตกแต่งเรียบร้อยแล้ว

การบำรุงรักษา

งานยิปซัมบอร์ดฉาบเรียบที่ติดตั้งเสร็จแล้ว จะต้องได้แนวระดับ และแนวฉากที่เรียบร้อยสวยงาม งานฝ้าเพดานทีบาร์ จะต้องได้แนวของทีบาร์ ที่ตรง ไม่คดเคี้ยว ได้แนวระดับ และแนวฉากที่เรียบร้อยสวยงาม งานทาสีให้ปฏิบัติตามที่ระบุไว้ในหมวด งานทาสี ผู้รับจ้างจะต้องป้องกันไม่ให้งานยิปซัมบอร์ดสกปรก หรือเสียหายตลอดระยะเวลาก่อสร้าง

<u>งานฝ้าเพดานอะคูสติก</u>

ขอบเขตงาน

(1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือ และความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพที่ดี ในการติดตั้งงานฝ้าเพดานอะคูสติกตามระบุในแบบ และรายการประกอบแบบ

(2) ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างพร้อมรายละเอียด และขั้นตอนการติดตั้งงานฝ้าเพดานอะคูสติก เช่น แผ่นอะคูสติก โครงคร่าวฝ้าเพดาน พร้อมอุปกรณ์ต่างๆ ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการสั่งซื้อ

(3) ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Shop Drawing เพื่อให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง ดังนี้

แบบแปลนฝ้าเพดาน แสดงแนวโครงคร่าวระยะ และตำแหน่งดวงโคม หัวจ่ายลม หัวดับเพลิง และอื่นๆ ให้ครบถ้วนทุกระบบ

แบบขยายการติดตั้งบริเวณ ขอบ มุม รอยต่อ การชนผนัง และโครงสร้างของอาคาร

แบบรายละเอียดการยึด ห้อยแขวนกับโครงสร้างอาคาร หรือโครงหลังคา หรือผนังอาคาร

แบบขยายอื่น ที่เกี่ยวข้องหรือจำเป็น เช่น การติดตั้งท่อร้อยสายไฟ ท่อน้ำทิ้งของระบบปรับอากาศ ช่องซ่อมบำรุง เป็นต้น

(4) ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำการรับประกันสินค้า สำหรับการไม่แอ่นตัว 10 ปี ภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศไม่เกินร้อยละ 99 และอุณหภูมิใช้งานไม่เกิน [49] องศาเซลเซียส

ผลิตภัณฑ์

1. แผ่นฝ้าเพดานอะคูสติกขนาด 0.60x0.60 / 0.60x1.20 ม. ความหนาไม่น้อยกว่า 15 มม. ชนิด ขอบเรียบหรือขอบบังใบ โดยผลิตภัณฑ์ต้องทำมาจากวัสดุใยแร่ Mineral Fiber ซึ่งมีคุณสมบัติในการดูดซับเสียงได้ดี และเป็นฉนวนกันความร้อนโดยไม่เป็นพิษปราศจากเส้นใยหิน Asbestos Fiber และไม่เกิดควันพิษเมื่อเวลาไฟไหม้ [ตามมาตรฐาน ASTM E1264 Standard Classification for Acoustical Ceiling Products - Class A] ให้ใช้ของ USG ตราช้าง หรือ คนอฟ หรือ ยิปรอค หรือเทียบเท่า

แผ่นฝ้าเพดานอะคูสติก ให้ใช้ตามคุณสมบัติ ดังนี้

(1) ค่าดูดซับเสียง	Noise Reduction Coefficient (NRC)	: 0.50 – 0.6
(2) ค่าการกั้นเสียง	Ceiling Attenuation Class (CAC)	: 33 – 34 เดซิเบล
(3) ค่าการสะท้อนแสง	Light Reflectance (LR)	: ไม่น้อยกว่า 0.85
(4) การป้องกันการลุกลามของไฟ	Flame Spread	: ผ่าน CLASS A
(5) การกันความร้อน	(Thermal Resistance) “R”	: ไม่น้อยกว่า 1.7

2. แผ่นฝ้าเพดานอะคูสติก High NRC ขนาด 0.60x0.60 / 0.60x1.20 ม. ความหนาไม่น้อยกว่า [12] มม. ชนิด [ขอบเรียบ] [ขอบบังใบ] [ซ่อนโครง] โดยผลิตภัณฑ์ต้องทำมาจากวัสดุใยหิน Stone Wool ซึ่งมีคุณสมบัติในการดูดซับเสียงได้ดี NRC ไม่น้อยกว่า 0.8 ไม่เกิดควันพิษเมื่อเวลาไฟไหม้ [ตามมาตรฐาน ASTM E1264 Standard Classification for Acoustical Ceiling Products - Class A] ให้ใช้ของ USG ตราช้าง หรือ คนอฟ หรือ ยิปรอค หรือเทียบเท่า

3. แผ่นยิปซัมอะคูสติก ให้ใช้แผ่นยิปซัมบอร์ดเจาะรูทะลุ ชนิดดูดซับเสียง ด้านหลังแผ่นแนบสนิทด้วยแผ่น Glass Mat มีค่า NRC 0.60-0.70 ลายฉลุ [วงกลม] [สี่เหลี่ยม] ขนาด 1.20x2.40 ม. ขอบลาด ความหนา 12 มม. ผ่านการทดสอบการดูดซับเสียงตามมาตรฐาน [สากล] ให้ใช้รุ่น เอคโคล่บล็อคของ ตราช้าง หรือ คนอฟ หรือ ยิปรอค หรือเทียบเท่า

4. โครงคร่าวฝ้าเพดานทีบาร์ ให้ใช้เหล็กชุบสังกะสีเคลือบสี ความหนาของแผ่นเหล็กไม่ต่ำกว่า [0.30] มม. พับขึ้นรูป 2 ชั้น โครงคร่าวหลักสูงไม่น้อยกว่า 38 มม. ระยะห่างทุก 1.20 ม. โครงคร่าวซอยสูงไม่น้อยกว่า 28 มม. ระยะห่างทุก 0.60 ม. หรือ 1.20 ม. ลวดแขวนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 4 มม. ทุกระยะ 1.20x1.20 ม. พร้อมสปริงปรับระดับทำด้วยสเตนเลสรูปผีเสื้อ ให้ใช้ของ ตราช้าง หรือ คนอฟ หรือ ยิปรอค หรือเทียบเท่า

5. โครงคร่าวฝ้าเพดานฉาบเรียบรอยต่อ ให้ใช้เหล็กชุบสังกะสี ขนาดไม่เล็กกว่า 14x37 มม. ความหนาของแผ่นเหล็กไม่ต่ำกว่า 0.50 มม. ระยะห่างของโครงคร่าวหลัก (วางตั้ง) ทุก [1.00] ม. โครงคร่าวรอง (วางนอน) ทุก 0.40 ม. ลวดแขวนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. ทุกระยะ 1.00x1.20 ม. พร้อมสปริงปรับระดับทำด้วยสเตนเลสรูปผีเสื้อ [ตามมาตรฐาน มอก. 863-2532 โครงคร่าวเหล็กกล้าสำหรับยึดแผ่นฝ้าและแผ่นผนัง ให้ใช้ โปรไลน์ ของ ตราช้าง หรือ คนอฟ หรือ ยิปรอค หรือเทียบเท่า

6. ช่องเปิดฝ้าเพดานเพื่อการซ่อมบำรุงสำหรับฝ้าเพดานยิปซัมอะคูสติก ให้ใช้ช่องเปิดฝ้าเพดานสำเร็จรูปซ่อนกรอบสำหรับฝ้าเพดานฉาบเรียบ แบบมาตรฐาน หรือแบบทนความชื้น ของ ตราช้าง หรือ คนอฟ หรือ ยิปรอค หรือเทียบเท่า

การดำเนินการ

1. ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบแบบก่อสร้าง และประสานงานกับผู้ติดตั้งงานระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ และระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานฝ้าเพดานอะคูสติก เช่น งานเตรียมโครงเหล็กในฝ้าสำหรับยึดลวดแขวนโครงคร่าวฝ้าเพดาน, ยึดดวงโคม, ยึดท่อลมของระบบปรับอากาศ เป็นต้น เพื่อให้งานฝ้าเพดานอะคูสติก แข็งแรง และเรียบร้อยสวยงาม

2. ในกรณีที่จำเป็นต้องเตรียมช่องสำหรับเปิดฝ้าเพดาน สำหรับซ่อมแซมงานระบบต่างๆ ของอาคาร หรือซ่อมแซมหลังคาในภายหลัง ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งให้แข็งแรง และเรียบร้อย ตามที่กำหนดในแบบ

3. ระดับความสูงของฝ้าเพดาน ให้ถือตามระบุในแบบ แต่อาจเปลี่ยนแปลงได้เล็กน้อย ตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

4. การติดตั้งโครงคร่าวฝ้าอะคูสติกแบบซ่อนโครง

(1) ยึดฉากริมฝ้าฉาบเรียบกับผนังโดยรอบให้มั่นคงแข็งแรง ด้วยพุกเหล็ก หรือตะปูคอนกรีต ให้ได้ระดับที่ต้องการตามที่ระบุในแบบก่อสร้าง ยึดฉากเหล็ก 2 รู เข้ากับใต้ท้องพื้นอาคารชั้นถัดไปที่ระยะ 1 000x1 200 มม. (ระยะห่างของโครงคร่าวหลักเท่ากับ 1 000 มม., ระยะห่างระหว่างชุดแขวนเท่ากับ 1 200 มม.) ยึดด้วยพุกเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 6 มม. แนวโครงคร่าวหลักชุดแรกห่างจากผนัง 150 มม.

(2) วัดระยะความสูงจากฉากริมถึงท้องพื้นชั้นถัดไป เพื่อตัดลวด 4 มม. และประกอบชุดหิ้วโครง โดยใช้สปริงปรับระดับ และงอปลายด้านหนึ่งของลวด 4 มม. เป็นขอไว้ (หรืออาจใช้ฉากริมแทน ในกรณีมีช่องว่างระหว่างฝ้าเพดาน และใต้ท้องพื้นน้อยกว่า 200 มม.)

(3) นำชุดแขวนที่ประกอบไว้ขึ้นแขวนกับฉากเหล็ก 2 รู ที่ติดตั้งไว้ทั้งหมด ให้แนวชุดแขวนได้ดิ่ง

(4) นำโครงคร่าวหลักขึ้นวางลงในขอของชุดหิ้วโครงจนเต็มพื้นที่ติดตั้ง จะได้โครงคร่าวหลักทุกระยะห่าง 1.00 ม.

(5) นำโครงคร่าวซอยขึ้นยึดติดกับโครงคร่าวหลัก โดยใช้ตัวล็อกโครง ติดตั้งโครงคร่าวซอยทุกระยะ 400 มม.

(6) ปรับระดับโครงคร่าวทั้งหมดอย่างละเอียดที่สปริงปรับระดับ ตรวจสอบระดับให้ถูกต้องตามแบบกำหนดก่อนยกแผ่นยิปซัมขึ้นติดตั้ง

(7) นำแผ่นยิปซัมขอบลาดความหนา 9 มม. ขึ้นติดตั้งกับโครงคร่าวซอย ให้ด้านยาว (2400 มม.) ตั้งฉากกับแนวโครงคร่าวซอย ยึดโดยใช้สกรูยิปซัมขนาด 25 มม. ระยะห่างของสกรูแต่ละตัว 300 มม. ที่แนวกลางแผ่น และ 200 มม. ที่แนวขอบแผ่น ระยะห่างของสกรูจากขอบแผ่นยิปซัม 10-15 มม. และให้หัวสกรูจมลงในแผ่นยิปซัม ประมาณ 1-1.5 มม. (ไม่ควรให้จมทะลุกระดาษแผ่นยิปซัมลงไป) การติดตั้งควรใช้เครื่องยิงสกรู

(8) ติดตั้งคิ้วเข้ามุม สำหรับทุกขอบ ทุกมุม เพื่อความเรียบร้อย และสวยงาม

(9) ฉาบปิดรอยต่อ คิ้วเข้ามุมของแผ่นยิปซัม และรอยหัวสกรู ด้วยปูนฉาบ และเทปสำหรับฉาบเรียบแผ่นยิปซัม ฉาบจำนวน 3 ขั้นตอน โดยทิ้งระยะเวลาให้ปูนฉาบแห้งสนิทในแต่ละขั้นตอน ขัดแต่งปูนฉาบด้วยกระดาษทรายให้เรียบร้อย ก่อนทาสี หรือตกแต่งผนังยิปซัมต่อไป

5 การติดตั้งโครงคร่าวฝ้าทีบาร์ และแผ่นอะคูสติก

(1) ยึดฉากริมทีบาร์ กับผนังโดยรอบให้ได้ระดับที่ต้องการ ด้วยพุกเหล็ก หรือตะปูคอนกรีตให้ได้ระดับที่ต้องการตามแบบกำหนด ยึดฉากเหล็ก 2 รู เข้ากับใต้ท้องพื้นอาคารชั้นถัดไปที่ระยะ 1 210x1 210 มม. ยึดด้วยพุกเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 6 มม.

(2) วัดระยะความสูงจากฉากริมทีบาร์ ถึงท้องพื้นชั้นถัดไป เพื่อตัดลวดแขวนท่อนบนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 4 มม. และประกอบชุดแขวนโดยใช้สปริงปรับระดับทำด้วยสเตนเลสรูปผีเสื้อ และลวดแขวนท่อนล่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 4 มม. ประกอบกัน

(3) นำชุดแขวนที่ประกอบไว้ขึ้นแขวนกับฉากเหล็ก 2 รู ที่เตรียมไว้ทั้งหมด ให้แนวชุดแขวนได้ดิ่ง

(4) นำโครงคร่าวหลักขึ้นเกี่ยวกับชุดแขวนที่เตรียมไว้ โดยใช้ลวดคล้องเกี่ยวเข้าในรูบนสันของโครงคร่าวหลัก พันเกลียวอย่างน้อยสองรอบให้แน่น ติดตั้งโครงหลักจนเต็มพื้นที่ติดตั้ง ให้ได้โครงคร่าวหลักทุกระยะห่าง 1 210 มม. ให้ขนานหรือตั้งฉากกับผนังห้อง

(5) นำโครงคร่าวซอยยาวขนาด 1 210 มม. มาติดตั้งเข้าในช่องเจาะของโครงคร่าวหลักทุกระยะ 605 มม. โดยวางให้ได้ฉากกับโครงคร่าวหลัก ได้ระยะสันโครงคร่าว 605x1 210 มม. สำหรับวางแผ่นทีบาร์ขนาด 600x1 200 มม. หากต้องการระยะสันโครงคร่าว 605x605 มม. สำหรับวางแผ่นทีบาร์ ขนาด 600x600 มม. ให้เพิ่มโครงคร่าวซอยสั้นขนาด 605 มม. ติดตั้งเข้าในช่องเจาะกึ่งกลางของโครงคร่าวซอยยาวขนาด 1 210 มม. โดยวางให้ได้ฉากกับโครงคร่าวซอยยาว

(6) ปรับระดับโครงคร่าวทั้งหมดอย่างละเอียดที่สปริงปรับระดับ ตรวจสอบระดับให้ถูกต้องตามแบบกำหนดก่อนวางแผ่นฝ้าเพดานทีบาร์ ขนาด [600x600 มม. ความหนา 9 มม.] [600x1 200 มม. ความหนา 12 มม.] ที่ทาสี หรือตกแต่งเรียบร้อยแล้ว

การบำรุงรักษา

งานฝ้าเพดานอะคูสติกที่ติดตั้งเสร็จแล้ว จะต้องได้แนวระดับ และแนวฉากที่เรียบร้อยสวยงาม งานฝ้าเพดานทีบาร์ จะต้องได้แนวของทีบาร์ ที่ตรง ไม่คดเคี้ยว ได้แนวระดับ และแนวฉากที่เรียบร้อยสวยงาม ผู้รับจ้างจะต้องป้องกันไม่ให้งานฝ้าเพดานอะคูสติกสกปรก หรือเสียหายตลอดระยะเวลาก่อสร้าง

2.4 งานทาสี

ขอบเขตงาน

1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวัสดุ และอุปกรณ์ ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือ และความชำนาญ มีระบบคุณภาพที่ดี สำหรับงานทาสีตามที่ระบุในแบบ และรายการประกอบแบบ พร้อมการรับประกันคุณภาพ

1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแค็ตตาล็อกสี หรือตัวอย่างสีที่ใช้ สีรองพื้น และอื่น ๆ ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการสั่งซื้อ โดยจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด ให้ดำเนินการภายใต้การแนะนำ การตรวจสอบ และการเก็บตัวอย่างของผู้เชี่ยวชาญจากผู้ผลิตสี

1.3 สีที่นำมาใช้จะต้องบรรจุอยู่ในถัง หรือภาชนะที่ปิดสนิทเรียบร้อยมาจากโรงงาน โดยมีใบส่งของ และรับรองคุณภาพจากโรงงานผู้ผลิตที่สามารถตรวจสอบได้

1.4 การเก็บรักษาจะต้องแยกห้องสำหรับเก็บสีเฉพาะ โดยไม่มีวัสดุอื่นเก็บรวม และเป็นห้องที่ไม่มีความชื้น สีที่เหลือจากการผสม หรือการทาแต่ละครั้ง จะต้องนำไปทำลายทันที พร้อมภาชนะที่บรรจุสีนั้น หรือตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

1.5 การผสมสี และขั้นตอนการทาสี จะต้องปฏิบัติตามวิธีการของผู้ผลิตสีอย่างเคร่งครัด โดยได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

1.6 ห้ามทาสีขณะฝนตก อากาศชื้นจัด หรือบนพื้นผิวที่ยังไม่แห้งสนิท และจะต้องมีเครื่องตรวจวัดความชื้นของผนังก่อนการทาสีทุกครั้ง

1.7 งานทาสีทั้งหมด จะต้องเรียบร้อยสม่ำเสมอ ไม่มีรอยแปรง รอยหยดสี หรือข้อบกพร่องอื่นใด และจะต้องทำความสะอาดรอยสีเปื้อนส่วนอื่น ๆ ของอาคารที่ไม่ต้องทาสี เช่น พื้น ผนัง กระจก อุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นต้น

1.8 งานที่ไม่ต้องทาสี โดยทั่วไป สีที่ทาทั้งภายนอก และภายใน จะทาผนังปูนฉาบ ผิวคอนกรีต ผิวท่อโลหะ โครงเหล็กต่าง ๆ ที่มองเห็น หรือตามระบุในแบบ สำหรับสิ่งที่ไม่ต้องทาสี มีดังนี้

1.8.1 ผิวกระเบื้องปูพื้น และบุผนัง ฝ้าอะคูสติก กระจก

1.8.2 อุปกรณ์สำเร็จรูปที่มีการเคลือบสีมาแล้ว

1.8.3 เหล็กสเตนเลส

1.8.4 ผิวภายในรางน้ำ

1.8.5 โคมไฟ

1.8.6 ส่วนของอาคาร หรือโครงสร้างซึ่งซ่อนอยู่ภายใน ไม่สามารถมองเห็นได้ ยกเว้น การทาสีกันสนิม หรือระบุในแบบเป็นพิเศษ

1.9 การรับประกัน ผู้รับจ้างจะต้องเลือกใช้วัสดุสี และขั้นตอนการทาสีที่ดี สามารถรับประกันคุณภาพโดยบริษัทผู้ผลิต บริษัทผู้รับจ้าง และมีเอกสารยืนยันจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์

1.9.1 สีทาภายในอาคาร เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี

1.9.2 สีทาภายนอกอาคาร เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 15 ปี

1.9.3 สีทาถนน เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี

ผลิตภัณฑ์

2.1 สีสำหรับผนังปูนฉาบภายนอกอาคาร

2.1.1 สีรองพื้น ให้ใช้สีรองพื้นปูน ตามมาตรฐาน มอก.1123-2555 สีรองพื้นสำหรับงานปูน โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตสีนั้นอย่างเคร่งครัด

2.1.2 สีทาทับหน้า ให้ใช้สีน้ำชนิด Acrylic 100% กึ่งเงาหรือกึ่งเงากึ่งด้าน ตามมาตรฐาน มอก.2321-2564 สีอิมัลชันทนสภาวะอากาศ

2.2 สีสำหรับผนังปูนฉาบภายในอาคาร

2.2.1 สีรองพื้น ให้ใช้สีรองพื้นปูน ตามมาตรฐาน มอก.1123-2555 สีรองพื้นสำหรับงานปูนโดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตสีนั้นอย่างเคร่งครัด

2.2.2 สีทาทับหน้า ให้ใช้สีน้ำชนิด Acrylic 100% ชนิดกึ่งเงาหรือ กึ่งเงากึ่งด้าน ตามมาตรฐาน มอก.272-2564 สีอิมัลชันใช้งานทั่วไป

2.3 สีสำหรับงานผนังยิปซัม, ฝ้าเพดานยิปซัม, ฝ้าเพดาน ค.ส.ล.

2.3.1 สีรองพื้น ให้ใช้สีรองพื้นปูนโดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตสีนั้นอย่างเคร่งครัด

2.3.2 สีทาทับหน้า ให้ใช้สีน้ำชนิด Acrylic 100% ด้าน ตามมาตรฐาน มอก.272-2564 สีอิมัลชันใช้งานทั่วไป

2.4 สีสำหรับงานไม้สังเคราะห์ประเภท Wood Fiber Cement, Wood Cement

2.4.1 สีรองพื้น ให้ใช้สีรองพื้นปูนเก่าหรือรองพื้นสำหรับ Wood Fiber Cement หรือ Wood Cement โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตสีนั้นอย่างเคร่งครัด

2.4.2 สีทาทับหน้า ให้ใช้สีน้ำชนิด Acrylic 100% กึ่งเงา

2.5 สีสำหรับงานไม้ และโลหะ หรือส่วนที่ระบุให้ทาสีน้ำมัน

2.5.1 สีรองพื้นไม้ ให้ใช้ สีรองพื้นไม้อะลูมิเนียม ตามมาตรฐาน มอก.328-2551 สีอะลูมิเนียมรองพื้นสำหรับงานไม้และสีรองพื้นไม้กันเชื้อรา

2.5.2 สีรองพื้นกันสนิมงานโลหะ ให้ใช้ Red Oxide หรือ Zinc Phosphate หรือEpoxy

2.5.3 สีทาทับหน้า ให้ใช้สีน้ำมัน ตามมาตรฐาน มอก.327-2553 สีเคลือบเงาแอลคีด มอก.10005-2564 สีเคลือบกึ่งเงาแอลคีด มอก.1406-2564 สีเคลือบด้านแอลคีด

2.6 สีย้อมเนื้อไม้ และรักษาเนื้อไม้ สำหรับงานไม้ที่ระบุให้ทาสีย้อมเนื้อไม้ หรือสีธรรมชาติ เช่น วงกบ, บานประตู, หน้าต่าง, พื้นไม้ภายนอก, เชิงชายไม้ เป็นต้น ให้ใช้สีย้อมเนื้อไม้ และรักษาเนื้อไม้ประเภทมองเห็นลายไม้ชนิดภายนอก

2.7 สีเคลือบแข็ง สำหรับงานพื้นไม้ภายในที่ระบุให้ทาสีเคลือบแข็ง หรือ Polyurethane ให้ใช้สี Polyurethaneชนิดภายใน สีใส

2.8 สีทาพื้นที่ต้องการความทนทานพิเศษ

2.8.1 สีสำหรับงานพื้นภายใน ให้ใช้สี Epoxy ความหนาไม่น้อยกว่า 0.3 มม. ทาบนพื้นปูนทรายปรับระดับแต่งผิวเรียบ โดยผู้รับจ้างจะต้องเสนอวิธีการทา และจัดทำตัวอย่างให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อน

2.8.2 สีสำหรับงานพื้นภายนอก ให้ใช้สี Polyurethane ความหนาไม่น้อยกว่า 0.3 มม. ทาบนพื้นปูนทรายปรับระดับแต่งผิวเรียบ โดยผู้รับจ้างจะต้องเสนอวิธีการทา และจัดทำตัวอย่างให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อน

2.9 สีพ่น Texture สำหรับผนังภายนอก ให้ใช้

2.10 น้ำยาทากันตะไคร่น้ำ สำหรับวัสดุโชว์ผิวธรรมชาติ อิฐโชว์แนวหรือ หินล้าง หรือ ทรายล้าง หรือ กรวดล้าง

2.11 งานสีจราจร สำหรับทาถนนแสดงเครื่องหมายทิศทางจราจร เส้นแบ่งแนวแสดงขอบเขตที่จอดรถสีขาวหรือสีอื่นๆ ที่ผู้ควบคุมงานกำหนด

2.11.1 สีสำหรับงานภายในอาคาร ให้ใช้ สีตามมาตรฐาน มอก.2529-2555 สีจราจรชนิดน้ำ สี Chlorinated Rubber ตามมาตรฐาน มอก.415-2551

2.11.2 สีสำหรับงานภายนอกอาคาร ให้ใช้ สี Chlorinated Rubber ตามมาตรฐาน มอก.415-2551 สีจราจร Thermoplastic ตามมาตรฐาน มอก.542-2549 วัสดุเทอร์โมพลาสติกสะท้อนแสงสำหรับทำเครื่องหมายบนผิวทาง

2.12 สีอื่น ๆ ตามระบุในแบบ โดยได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

การดำเนินการ

3.1 การทาสีสำหรับงานปูน หรือคอนกรีต

3.1.1 กรณีพื้นผิวใหม่

- การเตรียมพื้นผิวก่อนทาสี จะต้องสะอาด ปราศจากฝุ่นหรือสิ่งสกปรก
- ทิ้งให้พื้นผิวแห้งสนิทไม่น้อยกว่า 21 วัน หลังการฉาบปูน หรือถอดไม้แบบ โดยให้มีการบ่มผิวปูนฉาบอย่างน้อย 7 วัน ขจัดฝุ่นโดยใช้ผ้าแห้งเนื้อหยาบ ๆ เช็ด แล้วเช็ดตามด้วยผ้าชื้นอีกครั้งหนึ่ง ก่อนทาสีรองพื้นต้องให้แน่ใจว่าได้ขจัดฝุ่น คราบไขมัน คราบปูน จนหมด รอจนพื้นผิวนั้นแห้งจริง ๆ จึงทาด้วยสีรองพื้นปูน Acrylic Alkali Resisting Primer

- ทาสีรองพื้นปูนด้วยแปรงหรือลูกกลิ้ง ระยะเวลาแห้งหรือการทาทับทิ้งระยะไว้ 2-3 ชั่วโมง

- ทาสีทับหน้าด้วยแปรงหรือลูกกลิ้ง การทาทับทิ้งระยะ 2-3 ชั่วโมง

3.1.2 กรณีผนังทาสีทับสีอาคารเก่า

- ขัดล้างทำความสะอาดพื้นผิว ลอกสีเก่าที่เสื่อมสภาพออกด้วยน้ำสะอาด ใช้ผ้าชุบน้ำบิดหมาดเช็ดฝุ่นออก จากนั้นทิ้งไว้ 1-2 วัน ก่อนทารองพื้นด้วยสีรองพื้นปูนอเนกประสงค์ หรือรองพื้นด้วยน้ำยารองพื้นปูนทับสีเก่า

- ในกรณีที่ไม่ได้มีการเก็บฉาบผนัง 1 เที่ยว ทิ้งไว้ 3-4 ชั่วโมง แล้วจึงทาด้วยสีทับหน้าตามที่ระบุ

3.2 การทาสีสำหรับงานโลหะ

3.2.1 พื้นผิวโลหะทั่วไป หรือพื้นผิวเหล็ก ให้ขจัดคราบน้ำมันด้วยทินเนอร์ หรือน้ำมันก๊าด ขจัดสนิมออกโดยการขัดด้วยกระดาษทราย หรือแปรงลวด ขจัดตะกรันรอยเชื่อมโดยขัดด้วยเครื่องเจีย ทำความสะอาด และเช็ดด้วยผ้าสะอาด ทิ้งให้แห้งไม่เกิน 4 ชั่วโมง ทาสีรองพื้นกันสนิม Red Oxide หรือ Zinc Phosphate หรือ Epoxy 1 เที่ยว ขณะส่งเหล็กถึงหน่วยงานก่อสร้าง (หากเป็นเหล็กกลวง ให้ใช้วิธีชุบสีกันสนิม) ทาเที่ยวที่ 2 ด้วย Red Oxide หรือ Zinc Phosphate หรือ Epoxy เมื่อประกอบ หรือเชื่อมเป็นโครงเหล็ก และเจียแต่งรอยเชื่อมเรียบร้อยแล้ว และทาเที่ยวที่ 3 ด้วย Red Oxide หรือ Zinc Phosphate หรือ Epoxy รอบรอยเชื่อมอีกครั้ง (การทาสีรองพื้นกันสนิมทิ้งระยะครั้งละ 6 ชั่วโมง) ทาสีทับหน้า 2 เที่ยวด้วยสีน้ำมันเฉพาะโครงเหล็กที่ต้องการทาสีทับหน้า (การทาสีทับหน้าทิ้งระยะครั้งละ 8 ชั่วโมง)

3.2.2 พื้นผิวโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็ก ทำความสะอาดพื้นผิวด้วยกระดาษทราย แล้วเช็ดด้วยผ้าสะอาด ทิ้งให้แห้ง ทาสีรองพื้นกันสนิม Zinc Phosphate หรือ Epoxy 2 เที่ยว ทิ้งระยะครั้งละ 6 ชั่วโมง ทาสีน้ำมันทับหน้า 2 เที่ยว

3.2.3 พื้นผิวสังกะสี และเหล็กเคลือบสังกะสี ทำความสะอาดพื้นผิว และทำให้ผิวหยาบด้วยกระดาษทราย เช็ดด้วยผ้าสะอาด ทิ้งให้แห้ง ทาสีรองพื้นเสริมการยึดเกาะ Wash Primer หรือ Etch Primer 1 เที่ยว ทิ้งระยะ 1 ชั่วโมง ทาสีรองพื้นกันสนิม Zinc Phosphate หรือ Epoxy 1 เที่ยว ทาสีน้ำมันทับหน้า 2 เที่ยว

3.3 การทาสีสำหรับงานไม้ที่ไม่โชว์ลายไม้

3.3.1 ไม้ต้องแห้ง มีความชื้นไม่เกิน 18% รอยต่อ หรือส่วนของไม้ที่จะต้องนำไปประกบกับวัสดุอย่างอื่น เช่น ผนังปูนฉาบ คอนกรีต เป็นต้น ต้องทาสีรองพื้นป้องกันความชื้น และป้องกันคราบสกปรกก่อนนำไปประกบติดกัน

3.3.2 ขัดให้เรียบด้วยกระดาษทราย เช็ดฝุ่นออกให้หมด

3.3.3 ทาสีรองพื้นไม้อะลูมิเนียม 1 เที่ยว เพื่อป้องกันยางไม้ ทิ้งให้แห้งเป็นเวลา 10 ชั่วโมงหรือใช้น้ำยาป้องกันยางไม้ชนิดใสที่มีคุณสมบัติในการป้องกันที่ดีกว่า ทา 1 เที่ยวโดยไม่ต้องเจือจาง ทิ้งให้แห้ง 2-3 ชั่วโมง

3.3.4 ทาสีรองพื้นเสริมเพื่อเพิ่มความเรียบเนียนของสีทับหน้า หรือสีกันเชื้อรา 1 เที่ยว ทิ้งให้แห้ง 6 ชั่วโมง

3.3.5 ทาสีน้ำมันทับหน้า 2 เที่ยว ทิ้งระยะ 8 ชั่วโมง

3.4 การทาสีย้อมเนื้อไม้ และรักษาเนื้อไม้ที่ต้องการโชว์ลายไม้

3.4.1 ให้ทาบนผิวไม้ส่วนที่ต้องการเห็นความงามตามธรรมชาติของเนื้อไม้ หรือย้อมสีให้เห็นลายไม้ เช่น ไม้สัก ไม้มะค่า ไม้แดง ไม้อัดสัก เป็นต้น หากไม่ระบุในแบบให้ใช้สีย้อมเนื้อไม้ และรักษาเนื้อไม้ชนิดภายนอกสีด้าน

*กรณีถ้าไม้มียาง ให้กำจัดยางไม้ออกโดยใช้ทินเนอร์แห้งเร็ว เช็ดให้ยางที่อยู่ในไม้เหลือน้อยที่สุด หรือทาน้ำยาป้องกันยางไม้ชนิดใส ก่อนทาสีย้อม และรักษาเนื้อไม้ชนิดโชว์ลาย การทาสีย้อม และรักษาเนื้อไม้ชนิดด้าน ให้ทาชนิดเงาก่อน 1-2 เที่ยว หลังจากนั้นทาทับทาทับด้วยสีย้อม และรักษาเนื้อไม้ชนิดด้าน 1-2 เที่ยว

3.4.2 ผิวไม้จะต้องแห้งสนิท ขจัดฝุ่น น้ำมัน หรือวัสดุอื่นออกให้หมด อุดรูหัวตะปู ขัดแต่งด้วยกระดาษทราย

3.4.3 สีย้อมเนื้อไม้ และรักษาเนื้อไม้ชนิดภายนอก ตามคำแนะนำของผู้ผลิต โดยได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน ทาอย่างน้อย 3 เที่ยว ทิ้งระยะครั้งละ 8 ชั่วโมง

3.5 การทาสีเคลือบแข็ง หรือสี Polyurethane สำหรับพื้นไม้ภายใน

3.5.1 ผิวพื้นไม้จะต้องแห้งสนิท ขจัดฝุ่น น้ำมัน หรือวัสดุอื่น ๆ ออกให้หมด อุดรอยต่อไม้ให้เรียบแล้วขัดกระดาษทรายด้วยเครื่องจนถึงเนื้อไม้ ให้ได้ผิวไม้ที่เรียบสนิทสวยงาม

3.5.2 ทารองพื้นไม้ชนิดใสที่มีคุณสมบัติในการช่วยป้องกันยางไม้ และช่วยเพิ่มการยึดเกาะ 1 เที่ยว

3.5.3 ทาเคลือบสี Polyurethane ชนิดภายนอกชนิดใสอย่างน้อย 3 เที่ยว ทิ้งระยะแห้งครั้งละ 6 ชั่วโมง หากจำเป็นต้องย้อมสีไม้ ให้ย้อมด้วย Polyurethane ชนิดที่มีสี เพื่อให้สีของพื้นไม้ดูกลมกลืนก่อนการทาเคลือบ จะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน

3.6 สีพ่นแกรนิตสำหรับผนังภายนอก

3.6.1 พื้นผิวที่พ่นจะต้องแห้งสะอาด มั่นคง แข็งแรง ทำความสะอาดด้วยน้ำ แล้วทิ้งให้แห้งสนิท

3.6.2 ทาสีรองพื้น 1 เที่ยว และทาสีรอยต่อ 1 เที่ยว ทิ้งระยะครั้งละ 3 ชั่วโมง

3.6.3 พ่นสีแกรนิต หรือสีลวดลายแกรนิต 2 เที่ยว ทิ้งระยะครั้งละ 24 ชั่วโมง

3.6.4 พ่นสีเคลือบทับหน้า 2 เที่ยว ทิ้งระยะครั้งละ 24 ชั่วโมง

3.7 การทาน้ำยากันตะไคร่น้ำ

3.7.1 พื้นผิวที่ทาจะต้องแห้งสะอาด ปราศจากสี สารเคลือบต่าง ๆ ทำความสะอาดด้วยน้ำ แล้วทิ้งให้แห้งสนิท

3.7.2 ทาน้ำยากันตะไคร่น้ำ 2 เที่ยว ทิ้งระยะเที่ยวละ 1-2 ชั่วโมง

การบำรุงรักษา

งานทาสีทั้งหมดที่เสร็จแล้ว และแห้งสนิทดี ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบความเรียบร้อย พร้อมทั้งซ่อมแซมส่วนที่ไม่เรียบร้อย และทำความสะอาดรอยสีเปื้อนส่วนอื่นของอาคารที่ไม่ต้องการทาสีทั้งหมด ตามขั้นตอน และคำแนะนำของผู้ผลิต โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน และจะต้องป้องกันไม่ให้งานสีสกปรก หรือเสียหายจากงานก่อสร้างส่วนอื่น ๆ ของอาคารตลอด

ระยะเวลาก่อสร้าง หากมีความสกปรก เสียหาย หรือไม่เรียบร้อยสวยงามใด ๆ ที่เกี่ยวกับงานทาสี ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขในทันที ตามคำสั่งของผู้ควบคุมงาน โดยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง

2.5 งานหลังคา

<u>ระบบหลังคาแบนสำเร็จรูป</u>

1. ขอบเขตของงาน

1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุ แรงงาน อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับงานติดตั้งระบบหลังคาแบนสำเร็จรูป ตามที่ระบุในแบบและรายการก่อสร้าง

1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งเอกสารประกอบคุณภาพวัสดุของผู้จำหน่าย หรือผู้ผลิตที่ได้กำหนดไว้ พร้อมหลักฐานเพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการ

1.3 การติดตั้ง ต้องใช้ช่างที่มีความชำนาญเฉพาะทาง เกี่ยวกับเรื่องการทำหลังคาแบนสำเร็จรูปไม่น้อยกว่า 5 ปี และวิธีการดำเนินการติดตั้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิตหรือ ติดตั้งโดยผู้ผลิตเท่านั้น

2. รายละเอียดวัสดุ

วัสดุกันซึมจะต้องเป็นวัสดุประเภท Thermoplastics Polyvinyl chloride FDT (Rhenofol Membrane) ที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.50 มม. ตามมาตรฐานผลิตในอุตสาหกรรมกันซึม โดยคุณสมบัติคือ;

1. ได้รับการรับรองอายุการใช้งานจาก BBA (The British Board of Agrément) ว่ามีอายุการใช้งานยาวนานสูงสุดถึง 40 ปี
2. ค่า Tensile Strength ไม่น้อยกว่า 1,000 N/50 mm ตามมาตรฐาน
3. ค่า Elongation ไม่น้อยกว่า 15% ตามมาตรฐาน
4. ค่า UV Exposure Class 0 (5,000 h) ตามมาตรฐาน
5. ค่า Watertightness ไม่น้อยกว่า 400 kPa ตามมาตรฐาน
6. ค่าการทนไฟ ตามมาตรฐาน FM Approved
7. ได้รับการรับรองมาตรฐานสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน แผ่นโฟม XPS

Density	36 kg/m³
Compressive strength	300 kPa
Water absorption	1 % (v/v)
Thermal conductivity	0.027 W/m.K

Structure	Closed cell
R-Value SI/IP (50 mm)	1,74 (m2.K/W) / 10(°F.ft2.h/BTU)
Dimension	600 x 1200 mm

2. การเตรียมผิวพื้น

งานติดตั้งระบบหลังคาแบนสำเร็จรูป FLAC 7 Roofing Solution ผู้รับจ้างจะเป็นผู้ติดตั้งระบบแผ่นหลังคาแบนตามรุ่นที่ระบุในแบบทั้งหมด โครงสร้างเหล็กด้วย Support Deck ที่ทำมาจาก Aluzinc ผ่านการพับมาเป็นอย่างดี เพื่อรองรับน้ำหนักของหลังคาแบนสำเร็จรูป ไม่น้อยกว่า 7 ก.ก./ตร.ม. และวิศวกรของโครงการจะต้องคำนวณโดยอ้างอิงน้ำหนักวัสดุของรุ่น หลังคาแบน

3. การดำเนินการ

(1) ต้องจัดเตรียม แปเหล็กขนาดหน้ากว้างไม่น้อยกว่า 2" (ความหนาและขนาดตามวิศวกรโครงการกำหนด) โดยวางหงายให้หน้ากว้าง 2" อยู่ด้านบนแบบ Linear(สามารถออกแบบให้แปวางบนจันทัน หรือต่อชนกับจันทันได้) โดยระยะห่างจากแปตัวแรก (แปตัวที่ 1) ไปถึงแปตัวที่ 2 ให้เว้นระยะห่างที่ 100 cm. โดยวัดระยะจากขอบด้านนอก (Edge) ของแปตัวที่ 1 ไปหาจุดกึ่งกลางของแปตัวที่ 2 และแปตัวที่ 3 วัดระยะจากจุดกึ่งกลาง ไปจนถึงแปตัวถัดไปโดยแปตัวสุดท้ายสามารถเหลือเศษได้ แต่ต้องไม่เกิน 100 cm. โดยต้องมีเหล็กรัดรอบ เพื่อเจาะยึดFlashing จบงาน

(2) การปูแผ่นแบบ Dry process วางด้วยแผ่น PVC Waterproofing Membrane ที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม. ติดตั้งด้วยระบบ Fully Adhered รอยต่อระหว่างแผ่นระยะทาบ (Overlapped) ไม่น้อยกว่า 50 มม.โดยเชื่อมต่อด้วยวิธีการใช้ลมร้อน (Hot-air Welding) อุณหภูมิประมาณ 600 องศาเซลเซียสเพื่อประสานแผ่น PVC Waterproofing Membrane ให้เป็นเนื้อ เดียวกันแบบ Homogeneous

(3) การติดตั้งฉนวนกันความร้อนวางด้วยฉนวนกันความร้อนชนิด XPS Insulation Board ความหนา 50 มม. โดยติดตั้งด้วยระบบ Mechanical Fastening เพื่อยึดฉนวนกับพื้นผิว โดยสกรูชนิด Carbon Steel

(4) การติดตั้ง Flashing ดำเนินการติดตั้ง Flashing Profile โดยใช้ Laminated Metal Sheet ที่ความหนา 1.2 มม. โดย Flashing ด้านหนึ่งสามารถเชื่อมติดกับแผ่นเมมเบรนเป็นเนื้อเดียวกันได้ด้วยวิธีการใช้ลมร้อน เพื่อเป็นการป้องกันการรั่วซึมตามขอบการจบงานกันซึม และใช้ Prefabricated Internal Corner และ External Corner บริเวณมุมในและมุมนอกของงานติดตั้งตามมาตรฐานเยอรมัน ตามความจำเป็นที่มิได้แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง ทั้งนี้เพื่อให้งานระบบกันซึมมีความเรียบร้อยสมบูรณ์แบบยิ่งขึ้น และป้องกันการรั่วซึมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. การทดสอบระบบ

เมื่อการติดตั้งงานระบบกันซึมเสร็จสิ้น ต้องมีการตรวจสอบบริเวณจุดเชื่อม Overlapped ด้วยอุปกรณ์ Seam Checker ในทุกจุดที่มีการเชื่อมต่อ ก่อนการส่งมอบงานจะต้องดำเนินการทดสอบการรั่วซึมของระบบกันซึมด้วยวิธีการที่ผู้คุมงานเห็นชอบอนุมัติ

5. การรับประกัน

ผู้รับจ้างรับประกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์และคุณภาพในการติดตั้ง เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 10 ปี

หลังคาโปร่งแสง

ขอบเขตงาน

ในส่วนนี้ให้ผู้รับจ้างจัดหาวัสดุมุงหลังคาโปร่งแสงเป็นโพลีคาร์บอเนต โดยต้องสรรหาผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูง และต้องจัดหาอุปกรณ์ประกอบการติดตั้ง และจัดช่างที่มีความชำนาญเฉพาะทาง และติดตั้งอย่างประณีตมีความคงทน ตามมาตรฐานที่ผู้ผลิตสินค้านั้นๆกำหนด หรือให้ตรงตามแบบหรือรายละเอียดประกอบแบบ โดยมีรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ตามรายการต่อไปนี้

คุณสมบัติทางกายภาพ

แผ่นโปร่งแสงโพลีคาร์บอเนตต้องเป็นชนิดแผ่นผนัง 2 ชั้น มีแกนตั้ง ด้านบนรับแสงต้องเคลือบสารป้องกันรังสีอุลตร้าไวโอเลต (UV) เคลือบหนาไม่น้อยกว่า 60 ไมครอน และในบางรุ่นต้องมีการเคลือบด้วยสารป้องกันรังสีอินฟาเรต (Reflectance Infrared)

เนื้อแผ่นต้องมีความเหนียว ยืดหยุ่น สามารถดัดโค้งโดยไม่ต้องใช้ความร้อน ทนต่อสภาพอากาศและแรงกระแทก มีความแข็งแรงไม่แตกหักง่ายและต้องทนกว่ากระจก 250 เท่า แผ่นมีความใส มีสีต่างๆให้เลือกได้ตามความเหมาะสม ติดตั้งง่ายน้ำหนักเบา

กำหนดคุณสมบัติ ที่ยอมให้แสงส่องผ่านได้ ไม่เกินกว่า 35 % และ ที่ยอมให้ความร้อนส่งผ่านได้ ไม่เกิน 1 %

การเตรียมแผ่น

แผ่นโปร่งแสงโพลีคาร์บอเนตที่ส่งจากผู้ผลิตต้องมีการปกป้องแผ่นด้วยพลาสติกกันรอยที่มีคุณภาพ ไม่ฉีกขาด และบนพลาสติกกันรอยต้องแสดง รายละเอียดเกี่ยวกับแผ่น วิธีใช้งานอย่างคร่าวๆและตราสินค้าที่ตรงกับรายการระบุใช้

เมื่อแผ่นโปร่งแสงฯ มาที่หน่วยงานหากยังไม่มีการใช้งานในทันที ผู้รับจ้างต้องจัดสถานที่จัดเก็บให้ปลอดภัยจาก สี ส่วนผสมทินเนอร์ น้ำยาเคมี หรือของมีคม เพื่อป้องกันความเสียหายก่อนติดตั้ง และให้แผ่นฯอยู่ในสภาพใหม่พร้อมใช้งาน

ผ่านการทดสอบคุณสมบัติดังต่อไปนี้

Properties	Value	Test Method
Tensile Modulus Elastisitas (M.pa)	1,391	ASTM-D-882 หรือเทียบเท่า
Tensile Yield Stress (M.pa)	44.87	ASTM-D-882 หรือเทียบเท่า
Tensile Yield Strain (%)	9.59	ASTM-D-882 หรือเทียบเท่า
Tensile Stress at Break (M.pa)	68.28	ASTM-D-882 หรือเทียบเท่า
Tensile Elongation at Break (%)	7.07	ASTM-D-882 หรือเทียบเท่า
Flexural Modulus (M.pa)	760	ASTM-D-790 หรือเทียบเท่า
Flexural Yield Stress (M.pa)	16.1	ASTM-D-790 หรือเทียบเท่า
Flexural Yield strain (%)	-	ASTM-D-790 หรือเทียบเท่า

มาตรฐานของแผ่น

แผ่นโปร่งแสงโพลีคาร์บอเนต ต้องมี ความหนาไม่น้อยกว่า 10 มม. และน้ำหนักมาตรฐานของแผ่น 1.7 กิโลกรัม ต่อตารางเมตร ความกว้างของแผ่นมาตรฐาน 2.10 เมตร ให้ผู้รับจ้างส่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์เข้ามาขออนุมัติเพื่อเลือกสี ก่อนดำเนินการ

การเตรียมโครงสร้าง

ให้ผู้รับจ้างจัดหาโครงสร้างที่ใช้รับแผ่นโปร่งแสงโพลีคาร์บอเนตที่มีคุณภาพและคุณลักษณะตามที่ระบุในแบบสถาปัตยกรรม เช่น โครงสร้างเหล็ก สแตนเลส ไม้ ไม้เทียม หรืออื่นๆ

โครงสร้างที่ใช้

หากใช้เป็นโครงสร้างเหล็กหรือโครงสร้างอื่นๆ ต้องเป็นขนาดและความหนาไม่น้อยกว่าที่ระบุใช้ในแบบสถาปัตยกรรม โดยให้จัดระยะของโครงสร้างตามคำแนะนำของผู้ผลิต แผ่นควรวางบนโครงสร้าง(จันทัน) โดยมีระยะห่างทุกๆ ระยะห่าง 1.00 เมตร หรือน้อยกว่านั้น เพื่อความแข็งแรงและป้องกันการตกท้องช้าง หากจันทันมีความยาวให้เชื่อมโครงซอยรองรับ ทุกระยะ1.20 เมตร โดยเชื่อมให้หลังเสมอระนาบเดียวกัน

หรือให้ยึดถือจากแบบขยาย ที่แสดงไว้ในรายละเอียดประกอบแบบ หรือให้ผู้รับจ้างส่ง Shop Drawing ขออนุมัติก่อนดำเนินการ โดยโครงสร้างเหล็กต้องเป็นเหล็กที่มีคุณภาพ เชื่อมเต็มหน้าตัดทุกๆรอยต่อ ให้ทาสีกันสนิม 1 เที่ยว และทับด้วยสีจริง อย่างน้อย 2 เที่ยว

การเตรียมอุปกรณ์การติดตั้ง

ให้ผู้รับจ้างจัดหาอุปกรณ์สำหรับติดตั้งแผ่นโพลีคาร์บอเนตที่มีคุณภาพตรงตามคำแนะนำของผู้ผลิตแผ่น หรือตามที่ระบุใช้ในแบบสถาปัตยกรรม

อุปกรณ์

4.2.1 อุปกรณ์จับยึดหรืออลูมิเนียมประกอบการติดตั้ง ต้องเป็นอลูมิเนียมหน้าตัดที่ผลิตเพื่อการติดตั้งแผ่นโพลีคาร์บอเนตโดยเฉพาะ (ดูจากภาพขยายการติดตั้ง) ความหนาของอุปกรณ์จับยึดแผ่นต้องหนาไม่น้อยกว่า 1.1 มิลลิเมตร กว้าง 50 มิลลิเมตร เพื่อความแข็งแรงและรับแรงลมได้ดี อลูมิเนียมทำสีสำเร็จชนิด Anodizedริมขอบอุปกรณ์อลูมิเนียมต้องมีแถบรางด้านข้างทั้งสองเพื่อสอดยางรีดน้ำ

4.2.2 ยางรีดน้ำ ให้ใช้ยางรีดน้ำเป็นชนิด Santoprene ซึ่งยางต้องไม่มีส่วนผสมของ PVC และยางต้องทนกับสภาพอากาศที่อุณหภูมิสูง ทนรังสีUV และต้องไม่คายสารคลอไรด์ ที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีที่ผิวของแผ่นโพลีคาร์บอเนตซึ่งได้เคลือบสารป้องกันรังสีUVไว้แล้ว การตรวจสอบยาง Santoprene เบื้องต้น คือ ยางนั้นต้องลอยน้ำ จึงสามารถใช้ได้

4.2.3 อลูมิเนียมฉากหรืออลูมิเนียมทรงตัว U ใช้เก็บงาน ปลายแผ่น ต้องมีขนาดเหมาะสมกับขนาดภาพรวมของหลังคาโดยต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 0.8 มิลลิเมตร โดยผู้ติดตั้งต้องจัดหาเทปฟอล์ย ปิดหน้าตัดตลอดแนวยาวด้านชั้นความหนาแผ่น ก่อนการปิดด้วยอลูมิเนียมทรงตัว U หรืออลูมิเนียมฉากนั้น

4.2.4 ซิลิโคน ต้องเป็นชนิดที่ไม่มีส่วนผสมของกรด (ไม่มีกลิ่นเปรียวของกรด) ซึ่งจะทำลายเนื้อโพลีคาร์บอเนต และต้องสามารถใช้ร่วมกับแผ่นโพลีคาร์บอเนตได้ อย่างทนทาน

การติดตั้ง

ให้วางแผ่นบนโครงสร้าง(จันทัน) ต้องวางทุกๆระยะห่าง 1.00 เมตร หรือน้อยกว่านั้น เพื่อความแข็งแรงและป้องกันการตกท้องช้าง รอยต่อต้องอยู่กึ่งกลางความกว้างจันทันทุกแนว แผ่นสามารถกรีดทิ้งหรือตัดออกตามโครงสร้างที่รองรับนั้นๆได้โดยทุกๆรอยต่อนั้นต้องถูกประกบทับด้วยอุปกรณ์อลูมิเนียมเส้นและยางรีดน้ำตรงตลอดแนวความยาวแนวจันทัน โดยให้ยึดสกรูทุกๆระยะ 30-40 เซนติเมตร เพื่อความแข็งแรง

อุปกรณ์การติดตั้งอื่นๆที่ต้องใช้เพิ่มเพื่อความเหมาะสมกับรูปแบบหลังคาที่แสดงในแบบหรือต้องใช้ตามความเหมาสมของเนื้องาน เพื่อป้องกันการรั่วซึมให้ผู้รับจ้างขอคำแนะนำเพิ่มเติมจากผู้ผลิตเพื่อทำ Shop Drawing เพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการ

การรับประกัน

ผู้รับจ้างรับประกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์และคุณภาพในการติดตั้ง เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 10 ปี

2.6 งานสุขภัณฑ์

ขอบเขตของงาน

1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุ และอุปกรณ์ที่ดี มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือ และความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพที่ดี สำหรับงานติดตั้งสุขภัณฑ์ และอุปกรณ์ประกอบ และงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ตามระบุในแบบและรายการประกอบแบบ พร้อมการทดสอบ

1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดแค็ตตาล็อก หรือตัวอย่าง 2 ชุด รายละเอียดการติดตั้ง และอื่น ๆ ให้ผู้ควบคุมงาน และ/หรือ ผู้ออกแบบพิจารณาอนุมัติก่อนการสั่งซื้อ

1.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ Shop Drawing ห้องน้ำทุกห้อง เพื่อให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนงานเทคอนกรีตโครงสร้างของห้องน้ำ ดังนี้

1.3.1 แบบแปลน, รูปด้าน, รูปตัด แสดงตำแหน่งสุขภัณฑ์ และอุปกรณ์ประกอบทั้งหมด, ช่องระบายน้ำพื้น (Floor Drain), ช่องสำหรับการซ่อมบำรุง (Floor Clean Out) พร้อมแสดงแนวรอยต่อกระเบื้อง หรือหิน ระบุรุ่นของสุขภัณฑ์ และอุปกรณ์ประกอบให้ชัดเจน รวมถึงขนาดระยะต่าง ๆ และรูปร่างจะต้องถูกต้องตามรุ่นที่ระบุ

1.3.2 แบบขยายการติดตั้งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และจำเป็นตามความต้องการของผู้ควบคุมงาน

1.4 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อความเสียหาย ที่เกิดขึ้นจากความผิดพลาดคลาดเคลื่อนในการติดตั้งสุขภัณฑ์ และอุปกรณ์ประกอบ หากคาดว่าจะมีปัญหา ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบ เพื่อหาทางแก้ไข ห้ามกระทำไปโดยพลการ

ผลิตภัณฑ์

2.1 สุขภัณฑ์ และอุปกรณ์ประกอบ ให้ใช้รุ่น และสีตามที่ระบุในแบบ หากไม่ระบุสีของสุขภัณฑ์ในแบบ ให้ใช้สีขาว

2.2 โถส้วมนั่งราบ ตามมาตรฐาน มอก. 792-2554 เครื่องสุขภัณฑ์เซรามิก: โถส้วมนั่งราบให้ใช้ สีขาว

2.3 โถส้วมนั่งยอง ตามมาตรฐาน มอก. 794-2544 เครื่องสุขภัณฑ์วิเทรียสไชนา: โถส้วมนั่งยองให้ใช้สีขาว

2.4 ที่ใส่กระดาษชำระ แบบกระเบื้องเคลือบ ตามมาตรฐาน มอก. 797-2544 เครื่องสุขภัณฑ์วิเทรียสไชนา: อุปกรณ์ห้องน้ำให้ใช้สีขาว แบบทองเหลืองชุบโครเมียม หรือแบบสเตนเลส

2.5 ที่ใส่สบู่ แบบกระเบื้องเคลือบ ตามมาตรฐาน มอก. 797-2544 เครื่องสุขภัณฑ์วิเทรียสไชนา: อุปกรณ์ห้องน้ำให้ใช้ สีขาว แบบทองเหลืองชุบโครเมียมหรือแบบสเตนเลส

2.6 ก๊อกอ่างล้างหน้า ล้างมือตามมาตรฐาน มอก. 1278-2555 ก๊อกน้ำสำหรับอ่างล้างหน้า-ล้างมือ และ มอก. 2067-2552 ก๊อกน้ำสำหรับเครื่องสุขภัณฑ์ เฉพาะด้านสิ่งแวดล้อม: การประหยัดน้ำ

2.7 ก๊อกอ่างอาบน้ำ ตามมาตรฐาน มอก. 1188-2536 ก๊อกน้ำสำหรับอ่างอาบน้ำ

2.8 ก๊อกฝักบัวอาบน้ำ ตามมาตรฐาน มอก. 1189-2536 ก๊อกน้ำสำหรับฝักบัวอาบน้ำ

2.9 ก๊อกอ่างล้างชาม (Sink) ตามมาตรฐาน มอก. 1277-2555 ก๊อกน้ำสำหรับอ่างล้างชาม และ มอก. 2067-2552 ก๊อกน้ำสำหรับเครื่องสุขภัณฑ์ เฉพาะด้านสิ่งแวดล้อม: การประหยัดน้ำ

2.10 ก๊อกปิดอัตโนมัติสำหรับอ่างล้างหน้า ล้างมือ ตามมาตรฐาน มอก. 1377-2555 ก๊อกน้ำปิดอัตโนมัติสำหรับอ่างล้างหน้า-ล้างมือ และ มอก. 2067-2552 ก๊อกน้ำสำหรับเครื่องสุขภัณฑ์ เฉพาะด้านสิ่งแวดล้อม: การประหยัดน้ำ

2.11 ก๊อกอัตโนมัติสำหรับอ่างล้างหน้า ล้างมือ ตามมาตรฐาน มอก. 2147-2546 ก๊อกน้ำอัตโนมัติสำหรับเครื่องสุขภัณฑ์ และ มอก. 2148-2546 ก๊อกน้ำอัตโนมัติสำหรับเครื่องสุขภัณฑ์ เฉพาะด้านสิ่งแวดล้อม: การประหยัดน้ำ

2.12 ก๊อกติดผนัง หรือก๊อกเตี้ย ตาม มอก. 2148-2546 ก๊อกน้ำอัตโนมัติสำหรับเครื่องสุขภัณฑ์ เฉพาะด้านสิ่งแวดล้อม: การประหยัดน้ำ

2.13 ตะขอแขวนผ้าสเตนเลส

2.14 ราวแขวนผ้า ทองเหลืองชุบโครเมียม หรือสเตนเลส

2.15 Stop Valve ทองเหลืองชุบโครเมียมหรือสเตนเลส สำหรับท่อน้ำดีอ่างล้างหน้า โถส้วม (Flush Tank) และสายฉีดชำระ 2.16 ผนังกั้นห้องน้ำพร้อมประตูสำเร็จรูป และอุปกรณ์ประกอบดูรายละเอียดในหมวดผนังกั้นห้องน้ำสำเร็จรูป

2.17 กระจกเงา ขนาดตามระบุในแบบ ให้ใช้กระจกเงาอย่างดีตามที่ระบุในหมวดกระจก หากไม่ระบุขนาดในแบบ ให้ใช้ขนาด 600x900 มม. ยึดด้วยหมุดสเตนเลส 4 มุม ลบขอบ และมุมกระจกให้เรียบร้อย ติดตั้งบนผนังบุกระเบื้อง หรือผนังบุหินเหนืออ่างล้างหน้าทุกอ่าง

2.18 ช่องระบายน้ำพื้น (Floor Drain) ให้ใช้ ชนิดสเตนเลส ขนาดไม่เล็กกว่า Dia. 75 มม. 3 นิ้ว

การติดตั้ง

3.1 ก่อนการติดตั้งสุขภัณฑ์ทั้งหมด ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบ ขนาด ตำแหน่ง ระดับในงานระบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ตั้งแต่ขั้นตอนงานโครงสร้าง หรืองานเทคอนกรีต งานปูกระเบื้อง หรือหินก่อนติดตั้งสุขภัณฑ์ จนถึงขั้นตอนการติดตั้งอุปกรณ์ประกอบสุขภัณฑ์

3.2 กรณีที่ไม่ได้ระบุในแบบ ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งสุขภัณฑ์ และอุปกรณ์ดังนี้

3.2.1 ที่ใส่กระดาษชำระ 1 อัน ทุก ๆ โถส้วม 1 ที่ หากเป็นห้องน้ำสำเร็จรูปให้ใช้ที่ใส่กระดาษของห้องน้ำสำเร็จรูปนั้น

3.2.2 ที่ใส่สบู่ 1 อัน ทุก ๆ อ่างอาบน้ำ และทุกฝักบัวอาบน้ำ หรือทุกห้องอาบน้ำ

3.2.3 ก๊อกติดผนัง หรือก๊อกเตี้ย 1 ชุด ทุกห้องน้ำ 1 ห้อง เพื่อไว้ล้างทำความสะอาดห้องน้ำห้องนั้น

3.2.4 ตะขอแขวนผ้า 1 อัน ที่บานประตูห้องส้วมทุกห้อง และห้องน้ำทุกห้อง

3.2.5 ราวแขวนผ้า 1 อัน สำหรับทุกห้องที่มีฝักบัวอาบน้ำ

3.2.6 Stop Valve สำหรับท่อน้ำดีทุกอ่างล้างหน้า ทุกโถส้วม (ฟลัชแทงค์) และทุกสายฉีดชำระ

3.2.7 Floor Drain สำหรับทุกห้องอาบน้ำ ทุกห้องน้ำ เพื่อการระบายน้ำได้ดีของห้องน้ำทุกห้อง โดยพื้นดังกล่าวจะต้องเอียงลาดสู่ Floor Drain ตาม Shop Drawing ที่ได้รับอนุมัติ

การบำรุงรักษา

3.3.1 งานสุขภัณฑ์ และอุปกรณ์ที่ติดตั้งเสร็จแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดลองให้ใช้งานได้ดี และไม่มีการรั่วซึมใด ๆ แล้วทำความสะอาดให้เรียบร้อย

3.3.2 การทำความสะอาด จะต้องใช้น้ำยาทำความสะอาด ที่ไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่อสุขภัณฑ์ และอุปกรณ์ประกอบต่างๆ

3.3.3 ผู้รับจ้างจะต้องป้องกันไม่ให้สุขภัณฑ์ และอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ สกปรก หรือเสียหาย หรือมีการใช้งาน ตลอดระยะเวลาก่อสร้าง หากมีส่วนใดส่วนหนึ่งเสียหาย แตกร้าว เป็นคราบด่างไม่สวยงาม หรือรั่วซึม ผู้รับจ้างจะต้องทำการแก้ไข หรือเปลี่ยนให้ใหม่ ตามคำสั่งของผู้ควบคุมงาน โดยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง

2.7 งานประตู – หน้าต่าง

<u>ประตู วงกบ และหน้าต่างไม้</u>

ขอบเขตงาน

1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือ และความชำนาญ ในการติดตั้งงานประตู-หน้าต่างไม้ ตามระบุในแบบ และรายการประกอบแบบ พร้อมทำการทดสอบให้ใช้งานได้ดี

1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งชิ้นส่วนตัวอย่างวัสดุบานประตู-หน้าต่างไม้ วงกบไม้ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการสั่งซื้อ

1.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ Shop Drawing แสดงการติดตั้งวงกบ และบานประตู-หน้าต่างไม้ พร้อมรายละเอียดต่าง ๆ ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง

ผลิตภัณฑ์

2.1 วงกบไม้ทั้งหมด ให้ใช้ตามมาตรฐาน มอก. 504-2527 หรือเทียบเท่า วงกบและกรอบบานไม้สำหรับประตูและหน้าต่าง หากไม่ระบุในแบบ ใช้ไม้เนื้อแข็ง ขนาด 2x4 นิ้ว เฉพาะห้องน้ำใช้ขนาด 2x5 นิ้ว และบานที่มีมุ้งลวด หรือบานเลื่อน ให้ใช้ขนาด 2x6 นิ้ว หรือตามระบุในแบบ การเข้าไม้จะต้องให้ถูกตามหลักวิชาช่าง วงกบไม้จะต้องมีขนาด และรูปร่างตามระบุในแบบ โดยวงกบสำหรับประตูจะต้องมีบังใบสูง 10 มม. กว้างเท่ากับความหนาของบานประตู 35 มม. หรือตามระบุในแบบ สำหรับวงกบประตูภายนอกที่จะต้องกันฝนสาด ต้องมีขอบวงกบล่าง (ธรณีประตู) ฝังเรียบเสมอผิวพื้นที่ตกแต่งแล้ว และมีบังใบสำหรับกันฝนสาดสูง 20 มม.

2.2 บานกรอบประตูไม้ และบานกรอบหน้าต่างไม้ ให้ใช้ตามมาตรฐาน มอก. 504-2527 หรือเทียบเท่า วงกบและกรอบบานไม้สำหรับประตูและหน้าต่าง จะต้องประกอบขึ้นจาก ไม้สักเกรด A และจะต้องประกอบมาจากโรงงานให้เรียบร้อย การบาก และการเข้าไม้จะต้องแน่น และสนิท และมีขนาดตามระบุในแบบ หากระบุให้ใช้บานประตูลูกฟักสำเร็จรูป ให้ใช้หนา 35 มม. ชนิดทนความชื้นได้ดี ขนาดบานตามระบุในแบบ

2.3 ประตูไม้อัด ให้ใช้ประตูไม้อัดที่ผลิตโรงงานเท่านั้น ห้ามใช้ประตูที่ประกอบขึ้นเอง เว้นแต่เป็นขนาดที่ไม่มีในท้องตลาด โดยได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน ประตูทุกบานจะต้องมีความหนา 35 มม. ประตูไม้อัดทั้งหมดทั้งภายใน, ภายนอก และประตูห้องน้ำให้ใช้ประตูไม้อัดชนิดภายนอก (Exterior Doors)

2.4 หากระบุให้ติดมุ้งลวด ให้ติดตั้งมุ้งลวดอย่างดี สีดำ กรอบประตูไม้สักขนาด 1½x5 นิ้ว หรือกรอบหน้าต่างไม้สักขนาด 1½x4 นิ้ว หรือตามระบุในแบบ การติดตั้งมุ้งลวดต้องขึงให้ตึงได้ระดับ และได้แนว ยึดให้ติดกับกรอบบานไม้อย่างเรียบร้อย แข็งแรง ทั้งสี่ด้าน

2.5 การขนส่ง การเก็บ และการรักษา

ประตู-หน้าต่างไม้ และวงกบไม้ จะต้องส่งมายังสถานที่ก่อสร้างในสภาพแห้ง และต้องเก็บให้คงสภาพแห้งอยู่เสมอ การขนย้ายต้องทำด้วยความระมัดระวังทั้งระหว่างการขนส่ง และทั้งในสถานที่ก่อสร้าง จะต้องเก็บกองไว้ในลักษณะที่ประตูไม้และวงกบไม้ ไม่บิดเบี้ยว แตกหัก หรือเสียหายใด ๆ

การเก็บวางบานประตู-หน้าต่าง และวงกบไม้ไว้ในสถานที่ก่อสร้าง ต้องวางในทางตั้ง และเก็บไม้ไว้ในที่แห้ง มีสิ่งปกคลุม ไม่มีความชื้น ไม่มีน้ำรั่วซึม และไม่มีฝนสาดเข้ามา หากปรากฏภายหลังว่างานประตู-หน้าต่างไม้ บิดเบี้ยว ยืด และหดตัว หรือเกิดความเสียหายใด ๆ ผู้รับจ้างจะต้องทำการแก้ไข หรือเปลี่ยนใหม่ทันที โดยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง

การดำเนินการ

3.1 การติดตั้งวงกบไม้

ไม้วงกบที่นำเข้ามาในหน่วยงาน จะต้องทาหนึ่งครั้งด้วยเชลแล็กขาวโดยรอบวงกบ เพื่อป้องกันน้ำปูนซึมเข้าไปในเนื้อไม้ ขณะเทเสาเอ็น และคานทับหลัง วงกบไม้ด้านนอกโดยรอบที่จะติดกับเสาเอ็น หรือคานทับหลัง ต้องเซาะร่องขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 20 มม. ลึก 10 มม. และต้องทำการติดตั้งวงกบไม้ก่อนเทเสาเอ็น และคานทับหลัง เพื่อให้วงกบไม้ยึดแน่นกับเอ็น และคานทับหลัง ค.ส.ล. โดยจะต้องมีการค้ำ หรือยึดตรึงวงกบไม้ให้ดีด้วยวิธีที่เหมาะสมตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน เพื่อป้องกันวงกบไม้คดโก่ง ยกเว้นคานทับหลังใต้วงกบหน้าต่าง หรือช่องแสง หรือกรณีพิเศษตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน ให้เทก่อนติดตั้งวงกบได้ โดยฝังพุกไม้ไว้ขณะเททุกระยะไม่เกิน 500 มม. แล้วติดตั้งด้วยวิธีที่เหมาะสม โดยวงกบไม่เสียหาย

ส่วนของวงกบไม้ที่ติดกับผนังฉาบปูน จะต้องเซาะร่องผนังปูนฉาบโดยรอบวงกบกว้าง 5 มม. ลึก 3 มม. ทั้งภายนอก และภายในแล้วอุดด้วยวัสดุยาแนว ชนิดทาสีทับได้ตามที่ระบุในหมวดวัสดุยาแนว

3.2 บานประตู-หน้าต่างไม้ และอุปกรณ์

3.2.1 ก่อนการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องตรวจดูความถูกต้องของวงกบเสียก่อน ถ้าเกิดการคดโก่งของวงกบ หรือการชำรุดอื่น ๆ ซึ่งอาจเป็นผลเสียหายต่อบานประตู-หน้าต่างภายหลัง ผู้รับจ้างต้องทำการแก้ไขให้เรียบร้อย โดยได้รับการพิจารณาอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน จึงทำการติดตั้งบานประตู-หน้าต่างได้

3.2.2 การติดตั้งบาน อาจต้องมีการตัดแต่งบ้างเล็กน้อยเพื่อให้พอดีกับวงกบ เพื่อความสะดวกในการปิดเปิด และสอดคล้องกับการทำงานของช่างสี ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้ง และปรับบานด้วยความระมัดระวัง โดยมีช่องว่างโดยรอบบาน ห่างจากวงกบประมาณด้านละ 2 มม.

3.2.3 การติดตั้งอุปกรณ์ เช่น บานพับ กุญแจ ลูกบิด ฯลฯ ผู้รับจ้างจะต้องใช้เครื่องมือที่เหมาะสม โดยกำหนดจุดที่จะเจาะก่อน แล้วจึงทำการเจาะ เพื่อไม่ให้เกิดการผิดพลาดหลังจากการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ และได้ทดสอบการใช้งานได้ดีแล้ว ให้ถอดอุปกรณ์ต่าง ๆ ออกให้หมด (ยกเว้นบานพับ) แล้วนำเก็บลงในกล่องบรรจุเดิมให้ เรียบร้อย เพื่อให้ช่างทาสีทำงานได้โดยสะดวก และเมื่องานทาสีบาน และวงกบเสร็จเรียบร้อย และแห้งสนิทแล้ว จึงทำการติดตั้งอุปกรณ์เหล่านั้นใหม่ และทดสอบจนใช้งานได้ดี

3.2.4 อุปกรณ์ต่าง ๆ ถ้าปรากฏเป็นรอยอันเนื่องมาจากการติดตั้ง หรือจากการขนส่ง งานทาสี เป็นสนิม มีรอยด่าง หรืออื่น ๆ ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไข หรือเปลี่ยนให้ใหม่ทันที โดยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง

การทาสี และการบำรุงรักษา

วงกบไม้ บานประตูไม้ บานหน้าต่างไม้ทั้งหมดทั้งภายนอก และภายใน ให้ทาย้อมเนื้อไม้ตามระบุในหมวดงานทาสี นอกจากระบุเป็นอย่างอื่นในแบบ และเมื่อทาสีเสร็จแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทดลองเปิด-ปิดบานประตู และใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ จนสามารถใช้งานได้ดี ก่อนส่งมอบงาน

ประตู วงกบ และหน้าต่างอะลูมิเนียม

ขอบเขตงาน

1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา วัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือ และความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพที่ดี ในการติดตั้งงานประตู-หน้าต่าง ตามระบุในแบบ และรายการประกอบแบบ[พร้อมการทดสอบ]

1.2 ผู้รับจ้างจะต้องคำนวณแรงลมตามกฎหมาย จัดหาวัสดุซึ่งมีหน้าตัด และความหนาที่เหมาะสม แข็งแรง และสามารถป้องกันการรั่วซึมของน้ำฝนได้เป็นอย่างดี โดยเสนอผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการดำเนินการ

1.3 ผู้รับจ้างจะต้องวัดขนาดที่แน่นอนของประตู-หน้าต่างจากสถานที่ก่อสร้างจริง ทันทีที่สามารถจัดทำได้ และจัดทำ Shop Drawing พร้อมรายละเอียดต่าง ๆ ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการประกอบ และติดตั้ง

1.4 ผู้รับจ้างติดตั้งงานอะลูมิเนียม จะต้องเป็นบริษัทที่มีเครื่องมือที่ทันสมัย มีช่างที่มีฝีมือ และความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพที่ดี มีประวัติ และผลงานการติดตั้งที่ดี โดยเสนอผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนที่ผู้รับจ้างจะว่าจ้างให้เป็นผู้ติดตั้ง

1.5 ผู้รับจ้างจะต้องออกหนังสือรับประกันคุณภาพของวัสดุ และการติดตั้งเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี สำหรับอุปกรณ์ขึ้นอยู่กับการรับประกันของผู้ผลิตอุปกรณ์ แต่ต้องไม่น้อยกว่า 2 ปี

ผลิตภัณฑ์

2.1 อะลูมิเนียม

2.1.1 เนื้ออะลูมิเนียมต้องเป็น Alloy 6063 T5 หรือเทียบเท่า โดยมี Ultimate Tensile Strength ไม่น้อยกว่า 151.7 เมกะปาสกาล 22 000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ตาม มอก. 284-2560 อะลูมิเนียมเจืออัดรีดขึ้นรูป มีความแข็งแรง ขนาดหน้าตัดเหมาะสม หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ และรายการประกอบแบบโดยมีรายการคำนวณที่ผ่านการรับรองโดยวิศวกร ระดับสามัญวิศวกร หรือตามขนาดมาตรฐานบริษัทผู้ผลิต ความหนาของอะลูมิเนียมต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนด ดังนี้

รูปแบบ	ความหนา (ม.ม.)
อะลูมิเนียมชุดวงกบและบานเลื่อน	1.5
อะลูมิเนียมชุดช่องแสงทั่วไป	2.0
อะลูมิเนียมชุดประตูสวิง	2.3
อะลูมิเนียมชุดรางแขวน	2.3
อะลูมิเนียมชุดบานกระทุ้ง	2.0
อะลูมิเนียมส่วนประกอบทั่วไป	1.0

2.2 การเคลือบผิวของอะลูมิเนียม

2.2.1 ผิวของอะลูมิเนียมจะต้องเป็นสี ตามระบุในแบบ หากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่นในแบบแสดงรายละเอียด ให้ผิวของอะลูมิเนียมในส่วนที่อยู่ภายในอาคารเคลือบผิว ชนิด Powder Coating Finished สำหรับส่วนที่อยู่ภายนอกอาคารให้เคลือบผิวชนิด Powder Coating Finished ความคงทนสูงพิเศษ

2.2.2 การเคลือบผิวประเภท PVDF Based Coating ไม่ต่ำกว่า 70% เป็นชนิด Solid Color หรือ Metallic Color ความหนาของผิวเคลือบรวมไม่ต่ำกว่า 35 ไมครอน ซึ่งประกอบด้วย ชั้นสีรองพื้น 5 ไมครอน ชั้นสีทับหน้า 20 ไมครอน และชั้นป้องกันผิวอีก 10 ไมครอน

2.2.3 การเคลือบผิวประเภท Powder Coating Finished ชนิด Solid Color หรือ Metallic Color ต้องมีคุณสมบัติตาม AAMA-2603 ความหนาของผิวเคลือบจะต้องไม่น้อยกว่า 60 ไมครอน

2.2.4 การเคลือบผิวประเภท Powder Coating Finished ความคงทนสูงพิเศษ ชนิด Solid Color หรือ Metallic Color ต้องมีคุณสมบัติตาม AAMA-2604 ความหนาของผิวเคลือบจะต้องไม่น้อยกว่า 60 ไมครอน

2.2.5 การเคลือบและการเตรียมผิวก่อนการเคลือบสีให้ดำเนินการตามกรรมวิธีมาตรฐานของผู้ผลิต ผู้ทำระบบเคลือบสีต้องมีเอกสารรับรองเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ผลิตและรับประกันคุณภาพของฟิล์มสีว่าไม่หลุด ร่อนแตกร้าว ซีด ส่วนสีให้เป็นไปตามที่ผู้ออกแบบกำหนด

2.3 อุปกรณ์ประกอบ (Accessories)

2.3.1 สกรู

- สกรูยึด วงกบ และยึดตัวบานทุกตัวต้องใช้ชนิดที่เป็นสเตนเลสเท่านั้น
- สกรูที่ขันติดกับส่วนที่เป็นโครงสร้าง ค.ส.ล. หรือผนังฉาบปูน ให้ใช้สกรูที่ใช้ร่วมกับพุกโลหะที่เหมาะสม โดยได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

2.3.2 ยางอัดกระจก (Gasket) ให้ใช้ชนิด Neoprene หรือชนิด EPDM หรือเทียบเท่า

2.3.3 สักหลาด (Wool Pile) ซึ่งเสียบที่กรอบบานประตูโดยรอบ

2.4 วัสดุยาแนวรอยต่อ

2.4.1 รอยต่อรอบ ๆ วงกบอะลูมิเนียมทั้งภายนอก และภายใน ส่วนที่ติดกับปูนฉาบ หรือคอนกรีต หรือวัสดุอื่นใด จะต้องเซาะร่องกว้างประมาณ 5 มม. ลึก 3 มม. ยาแนวด้วยวัสดุยาแนวชนิดทาสีทับได้ ตามที่ระบุในหมวด วัสดุยาแนว และจะต้องรองรับด้วย Backing หรืออื่น ๆ ตามคำแนะนำของผู้ผลิตวัสดุยาแนว โดยได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

2.4.2 ส่วนรอยต่อกระจกกับกระจก และกระจกกับอะลูมิเนียม หรือกระจกกับวัสดุอื่นให้ยาแนวด้วยวัสดุยาแนวซิลิโคนตามที่ระบุในหมวด วัสดุยาแนว โดยได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน ให้ใช้สีที่ใกล้เคียงหรือสีเดียวกันกับสีของอะลูมิเนียม

2.5 ผู้ติดตั้งงานประตู-หน้าต่างอะลูมิเนียมให้ใช้ ช่างที่มีประสบการณ์ผ่านการอบรมมาตรฐานวิชาช่าง หรือได้รับการรับรองจากผู้ผลิตชิ้นงาน การติดตั้งตามมาตรฐานผู้ผลิตเท่านั้น

การดำเนินการ

3.1 การประกอบประตู-หน้าต่างอะลูมิเนียม จะต้องติดตั้งตามแบบ และรายละเอียดที่ได้รับอนุมัติด้วยฝีมือประณีต

3.2 การเคลื่อนย้ายประตู-หน้าต่างอะลูมิเนียมระหว่างการขนส่ง และในสถานที่ก่อสร้าง ต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง ต้องห่อหุ้มให้เรียบร้อย การวางพิงหรือเก็บกอง ต้องมีค้ำยัน หรือวัสดุรองรับที่เหมาะสม มีหลังคาคลุม และไม่โดนน้ำ หรือฝนสาด กุญแจ มือจับ และอุปกรณ์อื่น ๆ ต้องห่อหุ้มไว้เพื่อป้องกันความเสียหายจนกว่าจะส่งมอบงาน หากเกิดความเสียหายใด ๆ ผู้รับจ้างต้องแก้ไข หรือเปลี่ยนให้ใหม่ทันที โดยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง

3.3 การติดตั้งประตู-หน้าต่างอะลูมิเนียม จะต้องติดตั้งให้ถูกต้องครบถ้วนตามช่องเปิดที่เตรียมไว้ และต้องรับผิดชอบในการตรวจสอบ และประสานงานการปรับระดับเสาเอ็น และคานทับหลังโดยรอบช่องวงกบ เพื่อให้วงกบขนานกับผิวของเสาเอ็น และคานทับหลัง และมีระยะเว้นโดยรอบด้านละประมาณ 5 มม. ได้ดิ่ง และได้ฉากทุกมุม

3.4 การยึดวงกบอะลูมิเนียมกับโครงสร้าง หรือเสาเอ็น และคานทับหลัง ให้ติดตั้งชิ้นส่วนสำหรับยึดไว้อย่างมั่นคงก่อน การยึดจะต้องเว้นช่วงห่างไม่เกิน 500 มม. การยึดวงกบทุกจุดทุกด้าน จะต้องมั่นคงแข็งแรง

3.5 ผู้รับจ้างจะต้องไม่พยายามใส่บานประตู-หน้าต่างอะลูมิเนียมเข้ากับช่องวงกบที่ไม่ได้ฉาก หรือขนาดเล็กเกินไป ช่องวงกบจะต้องมีระยะเว้นโดยรอบบานประมาณ ด้านละ 2 มม.

3.6 การติดตั้งโดยการขันสกรู ต้องระมัดระวังมิให้วงกบ และบานประตู-หน้าต่างอะลูมิเนียมเสียรูปได้

3.7 ผู้รับจ้างจะต้องยาแนวระหว่างวงกบอะลูมิเนียมกับผิวปูนฉาบให้เรียบร้อยสวยงาม ทั้งภายใน และภายนอก

3.8 ภายหลังการติดตั้งประตู-หน้าต่างอะลูมิเนียม รวมทั้งกระจก และอุปกรณ์ทั้งหมด ผู้ติดตั้งงานประตู-หน้าต่างอะลูมิเนียมจะต้องทำการทดสอบบานเปิดทุกบานให้เปิด-ปิดได้สะดวก และทำการหล่อลื่นตามความจำเป็น

การบำรุงรักษา และทำความสะอาด

4.1 เมื่อติดตั้งชุดประตู และหน้าต่างอะลูมิเนียมเสร็จแล้ว แต่งานก่อสร้างส่วนอื่นยังคงดำเนินการอยู่ เช่น งานก่ออิฐฉาบปูน, งานเทพื้นปูนทราย เป็นต้น ผู้รับจ้างจะต้องพ่น Strippable PVC Coatings หรือใช้เทปป้องกันพื้นผิว (Protective Tape) เพื่อป้องกันผิวของอะลูมิเนียมไม่ให้เกิดความเสียหายจากน้ำปูน หรือจากสิ่งอื่นใด

4.2 เมื่อติดตั้งงานอะลูมิเนียมแล้วเสร็จ ข้อบกพร่องใด ๆ ก็ตามที่เกิดขึ้นโดยเฉพาะการรั่วซึมของน้ำฝน จะต้องได้รับการแก้ไขจนใช้การได้ดี และไม่มีการรั่วซึม ด้วยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง

4.3 ก่อนส่งมอบงาน ผู้รับจ้างจะต้องซ่อมแซมส่วนต่าง ๆ ของอาคารที่ชำรุดอันเนื่องจากการติดตั้งอะลูมิเนียม พร้อมทำการทดลองเปิด-ปิดประตู และทดลองอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้สามารถใช้การได้ดี

4.4 ก่อนส่งมอบงานงวดสุดท้าย ผู้ติดตั้งจะต้องทำความสะอาดผิวอะลูมิเนียม และกระจกทั้งด้านนอก และด้านในให้สะอาด ปราศจากคราบฝุ่น คราบสี หรือสิ่งอื่นใด เพื่อให้ดูสวยงาม ผู้รับจ้างต้องไม่ใช้เครื่องมือ และน้ำยาทำความสะอาดที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อผิวอะลูมิเนียม และกระจกได้

อุปกรณ์ประตู - หน้าต่าง

ขอบเขตงาน

1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือ และความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพที่ดีในการติดตั้งอุปกรณ์ประตู-หน้าต่าง (Hardware) ตามที่ได้ระบุไว้ในแบบ และรายการประกอบแบบ รวมทั้งการทดสอบให้ใช้งานได้ดี

1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่างอุปกรณ์ประตู-หน้าต่างทั้งหมดอย่างละ 1 ชุด พร้อมรายละเอียดให้ผู้ควบคุมงาน เพื่อพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง

1.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ Shop Drawing แสดงระยะ ตำแหน่ง การติดตั้งอุปกรณ์ทุกชนิด[แสดงทิศทางการเปิดของประตู รายละเอียดของกุญแจ โดยระบุการใช้งาน (Function) เพื่อให้เหมาะสมกับประตูห้องต่าง ๆ ตามข้อแนะนำของผู้ผลิต และต้องจัดทำรายละเอียดระบบ Master Keys ตามวัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

1.4 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ประตู-หน้าต่าง ตามระบุในแบบเป็นหลัก หรือต้องประสานงานกับผู้ออกแบบงานตกแต่งภายใน หากไม่ระบุในแบบใด ๆ ให้ยึดถือตามที่ระบุไว้นี้

1.5 ผู้รับจ้างจะต้องออกหนังสือรับประกันคุณภาพของ อุปกรณ์ล็อก อุปกรณ์ดึงปิดประตู เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี และรับประกันการติดตั้งเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี

ผลิตภัณฑ์

2.1 อุปกรณ์ประตู-หน้าต่างไม้

2.1.1 ประตูบานเปิดทางเดียว

- กุญแจลูกบิด (Cylindrical Lock) ทำจากสเตนเลสขึ้นรูปชิ้นเดียว พร้อมจานสเตนเลส ทำผิวด้าน ไส้กุญแจต้องมี 6 Pin Cylinders ทำจาก Solid Brass ผ่านมาตรฐาน ANSI Grade 2 หรือ

(หากเป็นประตูที่เปิดออกภายนอก จะต้องมีแผ่นสเตนเลสเสริม ป้องกันการเขี่ยลิ้นกลอนลูกบิด)

- กุญแจติดตาย (Deadbolt Lock) ต้องเป็นชนิด 25 มม. Throw, Deadbolt ทำจาก Hardened Steel Roller สามารถป้องกันการตัดด้วยเลื่อย ไส้กุญแจต้องมี 6 Pin Cylinders ทำจาก Solid Brass ครอบหุ้มกุญแจ ทำจากสเตนเลสทำผิวด้าน ผ่านมาตรฐาน ANSI Grade 2 หรือเทียบเท่า

- ลูกกุญแจ (Keys) ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำลูกกุญแจ และไส้กุญแจเป็นระบบ Master Key โดยแยกเป็นชั้น เป็นหลัง หรือเป็นกลุ่ม (Zone) ตามวัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้าง พร้อมแผนผังแสดงการจัดทำระบบ Master Key ให้ผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อนการติดตั้ง ลูกกุญแจทั้งหมดรวมถึง Master Key ให้จัดทำชุดละ 3 ดอก

- บานพับ (Hinge) ให้ใช้บานพับทำด้วยสเตนเลสชนิดมีแหวนลูกปืน ขนาด 100x75x2.5 มม. ผ่านมาตรฐาน EN 1935 หรือเทียบเท่า ติดตั้งอย่างน้อย บานละ 3 ตัว

- อุปกรณ์กันกระแทก และเปิดค้างประตู (Door Bumper and Door Stopper) ประตูบานเปิดทุกบานให้ติดตั้งที่กันกระแทก ทำด้วยยางกันกระแทก และกรอบสเตนเลส ติดตั้งตามตำแหน่งที่เหมาะสมกับบานประตู ประตูบานเปิดที่ต้องการเปิดค้างได้ ให้ติดตั้งที่กันกระแทกชนิดล็อกได้แบบก้ามปู ทำด้วย สเตนเลสยาว 100 มม.

- กลอน (Bolt) สำหรับบานเปิดคู่ ให้ใช้ กลอนสเตนเลสขนาด 150 มม. ติดบน-ล่าง เฉพาะบานที่ไม่ติดกุญแจ

- มือจับ (Handle) ให้ใช้ [ลูกบิดหลอกสแตนเลส ทั้งนอกและใน เฉพาะบานเปิดคู่ ที่ไม่ติดกุญแจชนิดและผู้ผลิตเดียวกันกับกุญแจลูกบิด ผ่านมาตรฐาน EN 1906 หรือเทียบเท่า

- อุปกรณ์ดึงปิดประตู (Door Closer) ตามที่ระบุในแบบ ผ่านมาตรฐาน EN 1154 หรือเทียบเท่าให้ใช้แบบ Surface Mounted

- แถบกันฝน และธรณีประตู (Weather Strip and Threshold) สำหรับประตูบานเปิดออกภายนอก ให้ติดตั้งแถบยางกันฝนและต้องมีธรณีประตู เพื่อสามารถกันน้ำฝนเข้ามาในอาคารได้อย่างดี

2.1.2 ประตูบานเปิดสองทาง

- [กุญแจติดตาย (Deadbolt Lock)] ต้องเป็นชนิด 25 มม. Throw, Deadbolt ทำจาก Hardened Steel Roller สามารถป้องกันการตัดด้วยเลื่อย[ไส้กุญแจต้องมี 6 Pin Cylinders ทำจาก Solid Brass] ครอบหุ้มกุญแจ ทำจากสเตนเลส[ทำผิวด้าน][ผ่านมาตรฐาน ANSI Grade 2 หรือเทียบเท่า]

- ลูกกุญแจ (Keys) ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำลูกกุญแจ และไส้กุญแจเป็นระบบ Master Key โดยแยกเป็นชั้น เป็นหลัง หรือเป็นกลุ่ม (Zone) ตามวัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้าง พร้อมแผนผังแสดงการจัดทำระบบ Master Key ให้ผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อนการติดตั้ง ลูกกุญแจทั้งหมดรวมถึง Master Key ให้จัดทำชุดละ 3 ดอก

- กลอน (Bolt) สำหรับบานเปิดคู่ ให้ใช้ [กลอนสเตนเลสขนาด 150 มม. ติดบน-ล่าง เฉพาะบานที่ไม่ติดกุญแจ]

- อุปกรณ์ดึงปิดประตู (Door Closer)[ผ่านมาตรฐาน EN 1154 หรือเทียบเท่า] ให้ใช้[ชนิดฝังพื้นพร้อมฝาครอบสเตนเลส] แบบเปิดค้างได้ 90 องศา ทั้งสองทาง

- มือจับ (Handle) ให้ใช้ [มือจับสเตนเลสเส้นผ่านศูนย์กลาง 19 มม. ชนิดมีแผ่นสเตนเลส ขนาด 100x300 มม. หนา 2 มม. ทั้งสองด้าน และทั้ง 2 บานเฉพาะบานเปิดคู่]

- ประตูบานเปิดสองทาง จะต้องไม่ติดตั้งอยู่ในส่วนของอาคารที่ฝนรั่วเข้าได้ ถ้ามี ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขเป็นประตูบานเปิดทางเดียว โดยเสนอ Shop Drawing บานประตูดังกล่าวให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง

2.1.3 หน้าต่างบานเปิด

- บานพับ (Hinge) ให้ใช้บานพับทำด้วยสเตนเลสชนิดมีแหวนสเตนเลส 4 แหวน ขนาด 100x75x2.5 มม. บานละ 2 ตัว สำหรับหน้าต่างสูงไม่เกิน 1 200 มม. และบานละ 3 ตัว สำหรับหน้าต่างสูงไม่เกิน 2 000 มม.

- กลอน (Bolt) ให้ใช้ [กลอนสเตนเลส บน 150 มม. และล่าง 100 มม. บานละ 1 ชุด

- ขอรับ-ขอสับ (Hook Set) ให้ติดขอรับ-ขอสับสเตนเลส ยาว 150มม.

- มือจับ (Handle) ให้ติดมือจับสเตนเลส ขนาด 100 มม. กลางบาน

2.1.4 หน้าต่างบานกระทุ้ง

- บานพับปรับมุม สำหรับหน้าต่างบานกระทุ้ง ให้ใช้บานปรับมุมชนิดฝืด 4 แขน ขนาดตามคำแนะนำของผู้ผลิต

- มือจับ (Handle) ให้ติดตั้งมือจับสเตนเลส ขนาด 100 มม. ชนิดหมุนล็อก

2.1.5 หน้าต่างบานเลื่อน

- อุปกรณ์บานเลื่อน (Sliding Door Hardware) ให้ใช้ ชนิดรางแขวน

สำหรับบานเลื่อนขนาดใหญ่ จะต้องมี Guide Rail ขนาดของล้อเลื่อนเหมาะสมกับน้ำหนักของบานเลื่อน และต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์

- มือจับ (Handle) ให้ติดตั้งมือจับสเตนเลส 100 มม. ชนิดฝังในบาน

2.1.6 หน้าต่างบานเกล็ดปรับมุม

- อุปกรณ์บานเกล็ดปรับมุม (Adjustable Louver) ให้ใช้กับเกล็ดกระจกใส หรือกระจกฝ้า หนา 6 มม. ขนาด 100 มม.ชนิดมือหมุน

2.2 อุปกรณ์ประตูเหล็ก

2.2.1 ประตูบานเปิดทางเดียว

- กุญแจลูกบิด (Cylindrical Lock) ทำจากสเตนเลสขึ้นรูปชิ้นเดียว พร้อมจานสเตนเลส ทำผิวด้าน ไส้กุญแจต้องมี 6 Pin Cylinders ทำจาก Solid Brass ผ่านมาตรฐาน ANSI Grade 2 หรือเทียบเท่า

[หากเป็นประตูที่เปิดออกภายนอก จะต้องมีแผ่นสเตนเลสเสริม ป้องกันการเขี่ยลิ้นกลอนลูกบิด]

- กุญแจติดตาย (Deadbolt Lock) ต้องเป็นชนิด 25 มม. Throw, Deadbolt ทำจาก Hardened Steel Roller สามารถป้องกันการตัดด้วยเลื่อย ไส้กุญแจต้องมี 6 Pin Cylinders ทำจาก Solid Brass ครอบหุ้มกุญแจ ทำจากสเตนเลส ทำผิวด้าน ผ่านมาตรฐาน ANSI Grade 2 หรือเทียบเท่า

- ลูกกุญแจ (Keys) ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำลูกกุญแจ และไส้กุญแจเป็นระบบ Master Key โดยแยกเป็นชั้น เป็นหลัง หรือเป็นกลุ่ม (Zone) ตามวัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้าง พร้อมแผนผังแสดงการจัดทำระบบ Master Key ให้ผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อนการติดตั้ง ลูกกุญแจทั้งหมดรวมถึง Master Key ให้จัดทำชุดละ 3 ดอก

- บานพับ (Hinge) ให้ใช้บานพับ ชนิดสวม ทำด้วยสเตนเลส ขนาด 125x100x3 มม. อย่างน้อยบานละ 3 ตัว หรือตามมาตรฐานของผู้ผลิตประตูเหล็ก โดยได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

- อุปกรณ์กันกระแทก และเปิดค้างประตู (Door Bumper and Door Stopper) ประตูบานเปิดทุกบาน ยกเว้นบานที่ติดตั้งอุปกรณ์ดึงปิด (Door Closer) ให้ติดตั้งที่กันกระแทกทำด้วยยางกันกระแทก และกรอบสเตนเลส ติดตั้งตามตำแหน่งที่เหมาะสมกับบานประตู

ประตูบานเปิดที่ต้องการเปิดค้างได้ ให้ติดตั้งที่กันกระแทก ชนิดล็อกได้แบบก้ามปู ทำด้วย สเตนเลสยาว 100 มม.

- กลอน (Bolt) สำหรับบานเปิดคู่ ให้ใช้ [กลอนสเตนเลสขนาด 150 มม. ติดบน-ล่าง เฉพาะบานที่ไม่ติดกุญแจ]

- มือจับ (Handle) ให้ใช้ ลูกบิดหลอกสแตนเลส ทั้งนอกและใน เฉพาะบานเปิดคู่ ที่ไม่ติดกุญแจชนิดและผู้ผลิตเดียวกันกับกุญแจลูกบิด ผ่านมาตรฐาน ANSI Grade 2 หรือเทียบเท่า

- อุปกรณ์ดึงปิดประตู (Door Closer) ตามที่ระบุในแบบ ผ่านมาตรฐาน EN 1154 หรือเทียบเท่า ให้ใช้แบบ Surface Mounted

- แถบกันฝน และธรณีประตู (Weather Strip and Threshold) สำหรับประตูบานเปิดออกภายนอก ให้ติดตั้งแถบยางกันฝนและต้องมีธรณีประตู เพื่อสามารถกันน้ำฝนเข้ามาในอาคารได้อย่างดี

- Engineer Key ชนิดสเตนเลสสำหรับบานประตูช่องท่อ

2.3 อุปกรณ์ประตู-หน้าต่างอะลูมิเนียม

2.3.1 ประตูบานเปิดสองทาง

- อุปกรณ์ดึงปิดประตู (Door Closer) ให้ใช้ ชนิดฝังอยู่ในวงกบอะลูมิเนียมเหนือบานประตู ชนิดฝังพื้นพร้อมฝาครอบสเตนเลส แบบเปิดค้างได้ 90 องศา ทั้งสองทาง

- กุญแจประตู ให้ใช้ชนิดฝังในกรอบบาน แบบล็อกภายนอกด้วยกุญแจ ล็อกภายในด้วยปุ่มหมุน

- มือจับประตู ให้ใช้ชนิดสเตนเลส ตามระบุในแบบทั้งสองด้าน บานละ 1 ชุด

- กลอนสปริงสำหรับประตูบานเปิดคู่ ให้ใช้ชนิดด้วยสเตนเลสฝังในบานกรอบ ทั้งบน และล่างขนาด 150 มม. ติดตั้งกับบานที่ไม่ติดกุญแจ

- ประตูบานเปิดสองทาง จะต้องไม่ติดตั้งอยู่ในส่วนของอาคารที่ฝนรั่วเข้าได้ ถ้ามี ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขเป็นประตูเปิดทางเดียว โดยเสนอ Shop Drawing บานประตูดังกล่าวให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง

2.3.2 ประตู-หน้าต่างบานเลื่อน

- กุญแจประตูบานเลื่อน ให้ใช้ชนิดฝังในกรอบบาน ชนิดล็อกภายนอกด้วยกุญแจ ล็อกภายในด้วยปุ่มหมุน หรือปุ่มกด

- มือจับประตู-หน้าต่างบานเลื่อน ให้ใช้ชนิดฝังในกรอบบาน พร้อมล็อกภายในได้

- ลูกล้อประตู-หน้าต่างบานเลื่อน ให้ใช้ลูกล้อ Nylon ชนิดมี Ball Bearing และมีความแข็งแรงเป็นพิเศษ

- ประตู-หน้าต่างบานเลื่อนทุกบาน จะต้องมีระบบกันไม่ให้บานหน้าต่างหลุดจากรางอย่างปลอดภัย และกันน้ำฝนรั่วซึมได้อย่างดี

2.3.3 หน้าต่างบานเปิด

- บานพับหน้าต่างบานเปิด ให้ใช้ชนิดสเตนเลสแบบเปิดค้างได้ หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิต

- มือจับพร้อมล็อกหน้าต่างบาน หรือเทียบเท่า

2.3.4 หน้าต่างบานกระทุ้ง

- บานพับหน้าต่างบานกระทุ้ง ให้ใช้ชนิดสเตนเลสแบบเปิดค้างได้ ขนาดตามคำแนะนำของผู้ผลิต

- มือจับพร้อมล็อกหน้าต่างบานกระทุ้ง

2.4 อุปกรณ์ประตูกระจกบานเปลือย (กระจกนิรภัย)

2.4.1 ให้ใช้อุปกรณ์ชนิดสเตนเลสครบชุดตามมาตรฐานการใช้งาน

2.4.2 ประตูกระจกเปลือย จะต้องไม่ติดตั้งอยู่ในส่วนของอาคารที่น้ำฝนรั่วเข้าได้ ถ้ามี ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขเป็นประตูเปิดทางเดียว โดยเสนอ Shop Drawing บานประตูดังกล่าวพร้อมรายละเอียดอุปกรณ์ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง

2.5 อุปกรณ์เปิดปิดประตูระบบ Key Card

2.5.1 ให้ใช้ของที่ระบุตามแบบ ตามความเห็นชอบของผู้ออกแบบ และผู้ว่าจ้าง โดยเสนอตัวอย่างพร้อมรายละเอียดให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง

การดำเนินการ

3.1 ผู้รับจ้างจะต้องเลือกใช้ช่างที่มีฝีมือ และมีความชำนาญ พร้อมเครื่องมือที่ดีในการติดตั้ง อุปกรณ์ทุกส่วนที่ติดตั้งแล้วจะต้องได้ระดับทั้งแนวตั้ง และแนวนอน ด้วยความประณีตเรียบร้อย ถูกต้องตามหลักวิชาช่าง

3.2 ก่อนการติดตั้งผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบตำแหน่ง และส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการติดตั้งอุปกรณ์ หากพบว่ามีข้อบกพร่องใด ๆ ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขให้ถูกต้องเรียบร้อยก่อนการติดตั้ง

3.3 งานติดตั้งอุปกรณ์ประตู-หน้าต่างไม้ ให้ปฏิบัติตามที่ระบุไว้ในหมวดงานประตูไม้ และงานหน้าต่างไม้

3.4 อุปกรณ์ที่ติดตั้งแล้วต้องมีความมั่นคงแข็งแรง เปิด-ปิดได้สะดวก เมื่อเปิดบานประตู-หน้าต่างออกไปจนสุดแล้ว จะต้องมีอุปกรณ์รองรับ หรือป้องกันการกระแทก ด้วยอุปกรณ์ที่เหมาะสม มิให้เกิดความเสียหายกับประตู-หน้าต่างหรือผนัง และส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.5 ตะปูเกลียว ทุกตัวที่ขันติดกับเหล็ก, ประตู-หน้าต่างไม้ จะต้องมีขนาด และความยาวที่เหมาะสม ถูกต้องตามหลักวิชาช่างที่ดี การยึดทุกจุดต้องมั่นคงแข็งแรง ประณีตเรียบร้อย ตะปูเกลียวให้ใช้แบบหัวฝังเรียบทั้งหมด

3.6 ผู้รับจ้างจะต้องมีกุญแจชั่วคราวที่ใช้ระหว่างการก่อสร้าง (Construction Keying) โดยให้เปลี่ยนกุญแจชั่วคราวเป็นกุญแจจริง ให้ถูกต้องเรียบร้อยก่อนส่งมอบงานงวดสุดท้าย

การทำความสะอาด

ผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดอุปกรณ์ทั้งหมด และทุกส่วนของอาคารที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้ง พร้อมการตรวจสอบอุปกรณ์ทั้งหมดไม่ให้มีรอยขูดขีด หรือมีตำหนิใด ๆ และมีความมั่นคงแข็งแรง ใช้งานได้ดี ก่อนส่งมอบงานงวดสุดท้าย

<u>กระจก</u>

ขอบเขตงาน

1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือ และความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพที่ดี ในการติดตั้งงานกระจก ตามระบุในแบบ และรายการประกอบแบบ

1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาตัวอย่างกระจก ขนาดไม่เล็กกว่า 300 x 300 มม. และ วัสดุที่ใช้ในการติดตั้งงานกระจก พร้อมรายละเอียดการติดตั้ง และ Shop Drawing ให้ผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อนการติดตั้ง

1.3 ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตกระจก ในการติดตั้งกระจก ใช้เครื่องมือตัด และเจาะกระจกที่ดี ถูกต้องตามหลักวิชาช่าง และจะต้องแต่งลบมุมขอบกระจกให้เรียบร้อย ไม่ให้มีคมก่อนนำไปติดตั้ง

1.4 งานกระจกติดตายขนาดใหญ่ หรือผนังกระจกสูงขนาดใหญ่ จะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตกระจก โดยได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

1.5 ความหนาของกระจก หากไม่ระบุในแบบ ให้ใช้ความหนาของกระจก ดังนี้

1.5.1 สำหรับหน้าต่าง ขนาดไม่เกิน 2 ตร.ม. ใช้กระจกหนา 6 มม.

1.5.2 สำหรับประตู ขนาดไม่เกิน 2 ตร.ม. ใช้กระจกหนา 6 มม.

1.5.3 สำหรับกระจกติดตาย ขนาดไม่เกิน 2 ตร.ม. ใช้กระจกหนา 6 มม.

1.5.4 สำหรับประตูกระจกเปลือย ให้ใช้กระจกเทมเปอร์ (Tempered Glass) หนา 12 มม.

1.5.5 สำหรับกระจกประตู หรือหน้าต่างที่มีการเจียขอบ ใช้กระจกหนา 8 มม.

1.5.6 สำหรับกระจกภายนอกอาคารสูง หรือกระจกอาคารที่ต้องรับแรงลมสูง ให้ผู้ติดตั้งคำนวณหาค่าความหนากระจก สามารถรับแรงลมตามที่กฎหมายควบคุมอาคารกำหนดไว้ และส่งรายการคำนวณให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาให้ความเห็นชอบก่อนดำเนินการ กระจกสำหรับอาคารสูงต้องใช้กระจกลามิเนท (Laminated Glass) ความหนาของกระจก และ PVB Interlayer ไม่น้อยกว่า 3+0.76+3 มม.

1.5.7 สำหรับกระจกติดตาย ที่มีขนาดเกิน 2 ตร.ม. ใช้กระจกหนาไม่น้อยกว่า 8 มม.

1.6 ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการออกแบบ และคำนวณความหนาของกระจกทุกชนิด รวมทั้งงานผนังกระจกทั้งหลาย พร้อมลงชื่อวิศวกรผู้รับผิดชอบและใบอนุญาตกำกับไว้ รายการคำนวณต้องสอดคล้องกับความต้องการที่แสดงในแบบ ความหนาของกระจกที่กำหนดไว้ทั้งในแบบและรายการประกอบแบบ เป็นความหนาขั้นต่ำที่ยอมให้

ในกรณีที่ผู้รับจ้างคำนวณแล้ว ผลการคำนวณแสดงให้เห็นว่าความหนาของกระจกจำเป็นต้องหนากว่าที่กำหนดให้ ผู้รับจ้างจะต้องใช้ความหนาตามที่คำนวณได้ ในกรณีที่ผลการคำนวณแสดงให้เห็นว่าความหนาของกระจกบางกว่าที่กำหนด ผู้รับจ้างจะต้องใช้ความหนาตามที่กำหนดไว้ในแบบ ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เพิ่มขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงความหนา ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบแต่เพียงผู้เดียว และจะถือเป็นข้ออ้างในการขอต่อเวลาตามสัญญาไม่ได้

1.7 การติดตั้งผนังกระจกสูงขนาดใหญ่ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นบริษัทที่มีประสบการณ์ และความชำนาญในการติดตั้งผนังกระจกขนาดใหญ่มาแล้วหลายโครงการ และมีผลงานการติดตั้งที่มีคุณภาพ มีหนังสือรับรองผลงานดังกล่าวที่แล้วเสร็จภายใน 5 ปี โดยนำมาเสนอต่อผู้ควบคุมงาน พร้อมการขออนุมัติวัสดุ และ Shop Drawing ก่อนการติดตั้งผนังกระจกขนาดใหญ่

1.8 การขนส่งวัสดุไปยังหน่วยงานก่อสร้าง จะต้องมีการป้องกันมิให้วัสดุเกิดรอยบิ่น รอยขีดข่วน หรือเกิดความเสียหายในขณะทำการขนย้าย พื้นที่ในการจัดเก็บวัสดุ จะต้องอยู่ในที่ร่ม สะอาด ปราศจากความเปียกชื้น สามารถระบายอากาศได้ดี และกองเก็บตามกรรมวิธีของผู้ผลิต

1.9 ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพของกระจกเป็นเวลา 10 ปี หากเกิดการเสียหายอันเกิดจากคุณสมบัติของวัสดุ และผู้รับจ้างต้องมาติดตั้งให้ใหม่หรือซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพดีตามวัตถุประสงค์ของแบบ

<u>ผลิตภัณฑ์</u>

2.1 ให้ใช้กระจกที่ผลิตภายในประเทศ กรรมวิธีผลิตแบบ Float Glass นอกจากจะระบุเป็นพิเศษในแบบ

2.2 ความหนากระจก ให้เป็นไปตามรายการคำนวณ แต่ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบและรายการประกอบแบบ ตามที่ระบุในแบบและรายการประกอบแบบ

2.3 กระจกที่ใช้จะต้องมีคุณภาพดี ผิวเรียบสม่ำเสมอตลอดทั้งแผ่น ปราศจากริ้วรอยขีดข่วน ไม่หลอกตา หรือฝ้ามัว

2.4 กระจกใส ตามมาตรฐาน มอก. 880-2560 กระจกโฟลตใส

2.5 กระจกสีตัดแสง (Tinted Glass)[ตามมาตรฐาน มอก. 1344-2560 กระจกโฟลตสีตัดแสง]

2.6 กระจกลวดลาย ตามมาตรฐาน มอก. 2203-2558 กระจกลวดลาย

2.7 กระจกเงา (Mirror) ให้ใช้กระจกเงาใส หนา 6 มม. ตามมาตรฐาน มอก. 1732-2558 กระจกเงา

2.8 กระจกสะท้อนแสง (Reflective Glass) ระบบเคลือบ Pyrolytic Sputtering ตามมาตรฐาน มอก. 2672-2558 กระจกสะท้อนแสง หากไม่ได้ระบุรายละเอียดในแบบ ให้ผู้รับจ้างส่งตัวอย่าง และข้อมูลแสดงคุณสมบัติต่าง ๆ เพื่อผู้ออกแบบพิจารณาเลือกผลิตภัณฑ์ก่อนการดำเนินการ

2.9 กระจก Low-Emissivity ตาม มอก. 2736-2559 กระจกเปล่งรังสีความร้อนต่ำ หากไม่ได้ระบุรายละเอียดในแบบ ให้ผู้รับจ้างส่งตัวอย่าง และข้อมูลแสดงคุณสมบัติต่าง ๆ เพื่อผู้ออกแบบพิจารณาเลือกผลิตภัณฑ์ก่อนการดำเนินการ

2.10 กระจกนิรภัยเทมเปอร์ (Tempered Glass) ตามมาตรฐาน มอก. 965-2560

2.11 กระจก Heat Strengthened (Heat Strengthened Glass) ตามมาตรฐาน มอก. 2737-2559 กระจกอบแข็งด้วยความร้อน

2.12 กระจกลามิเนท (Laminated Glass) ตามมาตรฐาน มอก. 1222-2560 กระจกนิรภัยหลายชั้น

2.13 กระจกฉนวน (Insulated Glass) ตามมาตรฐาน มอก. 1231-2560 กระจกฉนวน

2.14 กระจกเสริมลวด (Wired Glass) ให้ใช้ ชนิดผิวเรียบใส หนา 6 มม.

2.15 วัสดุยาแนวกระจกให้ใช้ประเภทซิลิโคน [Architectural Grade] ตามที่ระบุในหมวดวัสดุยาแนว

การดำเนินการ

3.1 ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบพื้นที่บริเวณที่จะทำการติดตั้ง ตรวจสอบกรอบบานทั้งหลาย หากพบปัญหาที่คาดว่าจะเป็นอุปสรรคต่อการติดตั้ง ให้แจ้งผู้ควบคุมงานเป็นลายลักษณ์อักษร

3.2 ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดพื้นที่บริเวณที่จะทำการติดตั้ง ขนย้ายสิ่งกีดขวางต่าง ๆ ออกจากบริเวณ จัดเตรียมอุปกรณ์และนั่งร้านไว้ให้พร้อม

3.3 การตัด การเจาะ การติดตั้งกระจก จะต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตกระจกอย่างเคร่งครัด

3.4 ขอบกระจกทั้งหมดจะต้องมีการขัดแต่งลบมุมเรียบ โดยไม่มีส่วนแหลมคมอยู่ เพราะจะเป็นอันตราย และเป็นเหตุให้เกิดแรงกดรวมกันที่จุดนั้น ทำให้กระจกมีรอยร้าว หรือแตกได้ในภายหลัง

3.5 ผิวของกรอบบาน และขอบกระจก ก่อนใช้วัสดุยาแนวต้องทำความสะอาดให้ปราศจากความชื้น ไขมัน ฝุ่นละออง และอื่น ๆ ห้ามติดตั้งกระจกในขณะที่งานทาสีส่วนนั้นยังไม่แห้ง หลังจากยาแนวกระจกเสร็จแล้ว จะต้องตกแต่ง และทำความสะอาดวัสดุยาแนวส่วนที่เกิน หรือเปรอะเปื้อนให้เรียบร้อย ก่อนที่วัสดุยาแนวนั้นจะแข็งตัว

การทำความสะอาด

4.1 ผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดกระจกที่ติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว การล้าง หรือทำความสะอาดกระจก ผู้รับจ้างจะต้องใช้น้ำยาที่ผู้ผลิตวัสดุอุดยาแนว และกระจกแนะนำไว้เท่านั้น ห้ามมิให้ใช้น้ำยาใด ๆ ที่อาจจะทำให้วัสดุอุดยาแนวเสื่อมคุณภาพ และผิวกระจกเสียหาย

4.2 กระจกทั้งหมดที่ติดตั้งแล้วเสร็จ จะต้องทำความสะอาดทั้งสองด้าน ให้เรียบร้อย แล้วปิดบานประตู-หน้าต่างกระจกทั้งหมด เพื่อป้องกันฝุ่นละออง หรือฝนสาด และต้องป้องกันกระจกไม่ให้มีรอยขีดข่วน แตกร้าว จนกว่าจะส่งมอบงานงวดสุดท้าย

2.8 งานเบ็ดเตล็ด

<u>งานเบ็ดเตล็ด</u>

ขอบเขตงาน

1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือ และความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพที่ดี ในการติดตั้งงานเบ็ดเตล็ด ตามระบุในแบบ และรายการประกอบแบบ

1.2 ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างพร้อมรายละเอียด และขั้นตอนการติดตั้งงานแต่ละชนิด ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการสั่งซื้อ

1.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Shop Drawing แสดงวัสดุและรายละเอียดต่าง ๆ ในการประกอบและติดตั้งวัสดุงานเบ็ดเตล็ด ตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบ เพื่อให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง

1.4 ผู้รับจ้างจะต้องออกหนังสือรับประกันคุณภาพของวัสดุ และการติดตั้ง

ผลิตภัณฑ์

2.1 แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์หนา ตามที่ระบุในแบบ ขนาด 1 200x2 400 มม. ตามมาตรฐาน มอก. 1427-2561 แผ่นซีเมนต์เส้นใย: แผ่นเรียบ ผ่านมาตรฐานทดสอบการทนไฟ BS 476 หรือ ASTM E119

2.2 แผ่นไม้อัดซีเมนต์หนา ตามที่ระบุในแบบ ขนาด 1 200x2 400 มม. ตามมาตรฐาน มอก. 878-2537 แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์: ความหนาแน่นสูง ผ่านมาตรฐานทดสอบการทนไฟ BS 476 หรือ ASTM E119

2.3 โครงคร่าวผนังเหล็กชุบสังกะสีสำหรับ แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ หรือแผ่นไม้อัดซีเมนต์ ขนาดไม่เล็กกว่า 30x70 มม. ความหนาของแผ่นเหล็กไม่ต่ำกว่า 0.50 มม. ระยะห่างของโครงคร่าวตั้งตามแบบแต่ไม่เกิน 60 ม.ม.ตามมาตรฐาน มอก. 863-2532 โครงคร่าวเหล็กกล้าสำหรับยึดแผ่นฝ้าและแผ่นผนัง ชั้นคุณภาพที่ 1 หรือชั้นคุณภาพที่ 2

2.4 โครงคร่าวฝ้าเพดานสำหรับ แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ หรือแผ่นไม้อัดซีเมนต์ ให้ใช้เหล็กชุบสังกะสี ขนาดไม่เล็กกว่า 14x37 มม. ความหนาของแผ่นเหล็กไม่ต่ำกว่า 0.50 มม. ระยะห่างของโครงคร่าวหลัก วางตั้ง ทุก 1,000 มม. โครงคร่าวรอง วางนอน ทุก 400 มม. ลวดแขวนขนาด Dia. 4 มม. ทุกระยะ 1,000x1,200 มม. พร้อมสปริงปรับระดับทำด้วยสเตนเลสรูปผีเสื้อ ตามมาตรฐาน มอก. 863-2532 โครงคร่าวเหล็กกล้าสำหรับยึดแผ่นฝ้าและแผ่นผนัง ชั้นคุณภาพที่ 1 หรือชั้นคุณภาพที่ 2

2.5 ฉนวนกันไฟประเภท Stone Wool ใช้กับผนัง แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ หรือแผ่นไม้อัดซีเมนต์ เป็นวัสดุไม่ติดไฟตามมาตรฐาน EN 13501-1 Class A1 ความหนาแน่นไม่ต่ำกว่า 40 กก./ลบ.ม.

2.6 ฉนวนกันเสียงประเภท วัสดุอะคูสติก สำหรับผนังกันเสียง ต้องเป็นเนื้อฉนวนใยแก้ว ลดการอุ้มน้ำ ความหนาแน่น 32 กก/ลบ.ม. กำหนดค่าการนำความร้อน (k-Value) ไม่เกิน [0.033] W/m.K ผลิตตามมาตรฐาน มอก. 486/2527 เนื้อฉนวนใยแก้ว ผ่านการทดสอบความปลอดภัยของเส้นใยเมื่อเข้าสู่ร่างกาย, ผ่านการทดสอบVOC ตามมาตรฐาน , ได้รับฉลากเขียวจากสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย

2.7 วัสดุยาแนวสำหรับใช้กับระบบผนัง แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ หรือแผ่นไม้อัดซีเมนต์ ให้ใช้ วัสดุยาแนวป้องกันไฟ (Fire Rated Sealant)

2.8 วัสดุสำหรับป้องกันไฟระบบผนัง แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ หรือแผ่นไม้อัดซีเมนต์ บริเวณที่มีการเจาะทะลุ ให้เป็นไปตามที่แนะนำตามมาตรฐานผู้ผลิต

2.9 จมูกบันไดสำเร็จรูป PVC, อะลูมิเนียม หรือทองเหลือง ติดตั้งตามมาตรฐานผู้ผลิต

2.10 พรมดักฝุ่น (Entrance Mat) ติดตั้งตามมาตรฐานผู้ผลิต

2.11 Corner Guard, Wall Guard หรือBumper Rail ติดตั้งตามมาตรฐานผู้ผลิต

การดำเนินการ

3.1 ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบแบบก่อสร้าง และประสานงานกับผู้ติดตั้งงานระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ และระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผนัง และงานฝ้าเพดาน เช่น งานเตรียมโครงเหล็กยึดวงกบประตู โครงเหล็กในฝ้าสำหรับยึดลวดแขวนโครงคร่าวฝ้าเพดาน, ยึดดวงโคม, ยึดท่อลมของระบบปรับอากาศ เป็นต้น เพื่อให้งานระบบผนัง แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ หรือแผ่นไม้อัดซีเมนต์ แข็งแรง และเรียบร้อยสวยงาม

3.2 การประกอบและติดตั้ง

3.2.1 ผู้รับจ้างจะต้องประกอบและติดตั้งงานเบ็ดเตล็ด โดยช่างผู้ชำนาญการ ฝีมือดี ถูกต้องตามที่ระบุในแบบและรายการประกอบแบบ โดยใช้วัสดุและอุปกรณ์ประกอบตามตัวอย่าง และ Shop Drawing ที่ได้รับการอนุมัติ

3.2.2 เมื่องานติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบระดับ ระนาบ ระยะ รอยต่อ และทำการ ตกแต่งให้เรียบร้อย

การบำรุงรักษา และทำความสะอาด

4.1 หลังจากตรวจสอบการติดตั้งเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาด เก็บกวาดทั่วบริเวณ รวมทั้งส่วนอื่น ๆ ของอาคารที่สกปรกเนื่องจากการทำงานให้เรียบร้อย

4.2 ผู้รับจ้างจะต้องป้องกันไม่ให้งานเบ็ดเตล็ด สกปรก หรือเสียหายตลอดระยะเวลาก่อสร้าง

<u>ระบบกันซึมหลังคาดาดฟ้า ค.ส.ล.</u>

1. ขอบเขตของงาน

1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุ แรงงาน อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับงานก่อสร้างงานป้องกันความชื้นของหลังคาดาดฟ้า ค. ส.ล. พื้น ผนังห้องใต้ดิน ระเบียง กันสาด ตามที่ระบุในแบบและรายการก่อสร้าง

1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งเอกสารประกอบคุณภาพวัสดุของผู้จำหน่าย หรือผู้ผลิตที่ได้กำหนดไว้ พร้อมหลักฐานเพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการ

1.3 การติดตั้ง ต้องใช้ช่างที่มีความชำนาญเฉพาะทาง เกี่ยวกับเรื่องการทำหลังคากันซึมไม่น้อยกว่า 5 ปี และวิธีการดำเนินการติดตั้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิตหรือ ติดตั้งโดยผู้ผลิตเท่านั้น

2. การเตรียมผิวพื้น

หลังคาส่วนที่เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก ในการทำระบบกันซึมหลังคา จะต้องมีความเอียง ลาดอย่างน้อย 1 :100 ลงสู่ท่อระบายน้ำ การเทคอนกรีตจะต้องเทให้เรียบได้ระดับแล้วขัดมัน ผิวคอนกรีตที่จะทำกันซึมจะต้องสะอาดปราศจากฝุ่นละออง คราบน้ำมัน หรือคราบสิ่งสกปรก จะต้องใช้แปรงลวดขัดออกให้หมด พื้นผิวจะต้องเรียบเสมอ ไม่มีส่วนขรุขระ รูช่อง รอยต่อ หรือส่วน แหลมคมใดๆที่อาจจะทำให้วัสดุกันซึมฉีกขาดได้

3. การดำเนินการ

ให้ทาเคลือบด้วย วัสดุกันซึมยืดหยุ่นประเภทอะคริลิคโพลีเมอร์ 100% (Pure Acrylic Polymer) ทาด้วยแปรงหรือลูกกลิ้งจำนวน 5 ชั้น (Layers) โดยกำหนดให้ต้องมีชั้น Primer 1 ชั้น Base Coat 1 ชั้น แล้วปูทับด้วยแผ่น Fiber Glass Mesh แล้วจึงทาทับหน้าอีก 2 ชั้น โดยไม่จำเป็นต้องเท Topping ใช้สำหรับพื้นดาดฟ้าคอนกรีต หลังคา รางระบายน้ำสำหรับการขึ้นขอบผนังกับพื้น ควรเสริม Fiber Glass Mesh ขึ้นไป บนผนัง อย่างน้อย 15 ซม. และกำหนดความหนาของระบบกันซึม 0.8-1.0 มิลลิเมตร

4. รายละเอียดวัสดุ

วัสดุกันซึมยืดหยุ่นประเภทอะคริลิคโพลีเมอร์ 100% (Pure Acrylic Polymer) มีลักษณะเป็นของเหลว ไม่มีรอยต่อ ใช้ทาลงบนพื้นผิวคอนกรีตที่แข็งตัวแล้วอย่างน้อย 28 วัน และเสริมด้วย Fiber Glass Mesh ยืดหยุ่นสูง ไร้รอยต่อ ทนต่อรังสีอุลตร้าไวโอเลต โดยมีค่าความยืดหยุ่นตัว (Elongation) ไม่น้อยกว่า 500% ตามมาตรฐาน ASTMสามารถรับแรงดึง (Tensile Strength) ไม่ต่ำกว่า 1.9 MPa ตามมาตรฐาน ASTM ความทนต่อแสง UV ต้องมากกว่า 2,000 ชั่วโมง QUV ตามมาตรฐาน ASTM และมีความหนาของฟิล์มเมื่อแห้ง 0.8-1 mm. ซึ่งเหมาะสำหรับงานดาดฟ้า และ กันสาด

5. การรับประกัน

การดำเนินการงานติดตั้ง ให้ปฏิบัติตามขั้นตอนและคำแนะนำของผู้ผลิต ผู้รับจ้างจะต้อง รับประกันคุณภาพของวัสดุและการดำเนินการติดตั้ง เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี หลังจากวันทำงานแล้วเสร็จ ทั้งนี้จะต้องมีหนังสือรับประกันผลงานมอบไว้ให้กับผู้ว่าจ้าง เป็นหลักฐาน ในระยะเวลา รับประกันถ้ามีการรั่วซึมอันเกิดจากการเสื่อมสภาพของวัสดุ หรือจากกการบกพร่องใน

การ ดำเนินการผู้รับประกันจะต้องทำการซ่อมแซมให้หายรั่วซึม ภายใน 30 วัน โดยไม่มีเงื่อนไข เมื่อได้รับแจ้งจากผู้ว่าจ้าง โดย ไม่คิดมูลค่าใดๆเพิ่ม

<u>วัสดุยาแนว</u>

ขอบเขตงาน

1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือ และความชำนาญ มีระบบควบคุมคุณภาพที่ดี ในงานวัสดุยาแนวตามที่ระบุในแบบ และรายการประกอบแบบ พร้อมการทดสอบ และการรับประกันคุณภาพ วัสดุยาแนวมีความเหมาะสมกับการยาแนวตามแบบที่กำหนด รวมทั้งรอยต่อใดที่ต้องยาแนวแต่มิได้กำหนดในแบบ รวมไปถึงการเตรียมพื้นผิว การทาสารรองพื้น (Primer) การติดตั้งวัสดุหนุน และวัสดุอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.2 หน่วยงาน เอกสาร มาตรฐาน และวิธีการทดสอบอ้างอิง

1.2.1 American Society for Testing and Materials (ASTM):

- ASTM C510 Standard Test Method for Staining and Color Change of Single- or Multicomponent Joint Sealants
- ASTM C639 Standard Test Method for Rheological (Flow) Properties of Elastomeric Sealants
- ASTM C717 Standard Terminology of Building Seals and Sealants
- ASTM C719 Standard Test Method for Adhesion and Cohesion of Elastomeric Joint Sealants Under Cyclic Movement (Hockman Cycle)
- ASTM C794 Standard Test Method for Adhesion-in-Peel of Elastomeric Joint Sealants
- ASTM C920 Standard Specification for Elastomeric Joint Sealants
- ASTM C1135 Standard Test Method for Determining Tensile Adhesion Properties of Structural Sealants
- ASTM C1184 Standard Specification for Structural Silicone Sealants
- ASTM C1248 Standard Test Method for Staining of Porous Substrate by Joint Sealants
- ASTM C1382 Standard Test Method for Determining Tensile Adhesion Properties of Sealants When Used in Exterior Insulation and Finish Systems (EIFS) Joints
- ASTM D2240 Standard Test Method for Rubber Property—Durometer Hardness

1.2.2 มาตรฐานอื่น ๆ

- EN 15651-1 Sealants for non-structural use in joints in buildings and pedestrian walkways - Part 1: Sealants for facade elements
- EN 1366-4 Fire resistance tests for service installations – Part 4: Linear joint seals
- DIN 53505 Shore A hardness testing of rubber

- French VOC Regulation on emissions of Volatile Organic Compounds (VOC) Class A+ การทดสอบการปล่อยสารระเหย

- AS 1530.4:2014 Methods for fire tests on building materials, components and structures, Part 4: Fire-resistance tests for elements of construction

- Green Label by The Singapore Environmental Council: Environmentally Preferred Coating

- SWRI Sealant Manual and Related SWRI Publications

- GANA Sealant Manual and Related GANA Publications]

1.3 ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่าง วิธีการติดตั้ง และ Shop Drawing แสดงรายละเอียดของรอยต่อ รายละเอียดวัสดุยาแนว และวัสดุอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด เสนอผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติ ก่อนการสั่งซื้อ

1.4 การรับประกัน ผู้รับจ้างจะต้องเลือกใช้วัสดุยาแนวคุณภาพสูง สามารถรับประกันคุณสมบัติของวัสดุยาแนว และการติดตั้งตามมาตรฐานของผู้ผลิต ได้ไม่น้อยกว่า 10 ปี

ผลิตภัณฑ์

2.1 วัสดุยาแนวกันการรั่วซึม (Weatherproofing Sealant)

2.1.1 วัสดุยาแนวต้องเป็นวัสดุยาแนวชนิดที่เหมาะสมกับวัสดุที่จะยาแนว และประเภทของงานโดยเฉพาะ

2.1.2 วัสดุยาแนวต้องมีค่าสารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds: VOCs) ต่ำกว่า 40 กรัมต่อลิตร ปลอดสารก่อมะเร็ง (Carcinogen)]

2.1.3 สำหรับรอยต่อกระจก และกระจกประเภท Float, Tinted หรือ Tempered

- วัสดุยาแนวสีใส (Clear, Translucent) ให้ใช้ประเภทซิลิโคน หรือไฮบริด ยาแนวกันการรั่วซึม (Weatherseal Silicone or Hybrid Sealant) คุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM C920 สามารถรับการเคลื่อนไหวของรอยต่อไม่น้อยกว่า [±25% ของขนาดรอยต่อตามวิธีการทดสอบ ASTM C719 โดยผลการทดสอบมีค่า Total Bond Loss = 0 ตร.นิ้ว

- วัสดุยาแนวสีอื่น (ไม่ใช่สีใส) ให้ใช้ประเภทซิลิโคน หรือไฮบริด ยาแนวกันการรั่วซึม (Weatherseal Silicone or Hybrid Sealant) คุณสมบัติตามมาตรฐาน [ASTM C920] สามารถรับการเคลื่อนไหวของรอยต่อไม่น้อยกว่า ±50% ของขนาดรอยต่อตามวิธีการทดสอบ ASTM C719 โดยผลการทดสอบมีค่า Total Bond Loss = 0 ตร.นิ้ว

2.1.4 สำหรับรอยต่อกระจก และกรอบบาน

- วัสดุยาแนวสีใส (Translucent) ให้ใช้ประเภทซิลิโคน หรือไฮบริด ยาแนวกันการรั่วซึม (Weatherseal Silicone[or Hybrid] Sealant) คุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM C920 สามารถรับการเคลื่อนไหวของรอยต่อไม่น้อยกว่า ±25% ของขนาดรอยต่อตามวิธีการทดสอบ ASTM C719 โดยผลการทดสอบมีค่า Total Bond Loss = 0 ตร.นิ้ว

- วัสดุยาแนวสีอื่น (ไม่ใช่สีใส) ให้ใช้ประเภทซิลิโคนหรือไฮบริด ยาแนวกันการรั่วซึม (Weatherseal Silicone[or Hybrid] Sealant) คุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM C920 สามารถรับการเคลื่อนไหวของรอยต่อไม่น้อยกว่า ±50% ของขนาดรอยต่อตามวิธีการทดสอบ ASTM C719 โดยผลการทดสอบมีค่า Total Bond Loss = 0 ตร.นิ้ว

2.1.5 สำหรับรอยต่อ Cladding หรือวัสดุห่อหุ้มอาคาร เช่น แผ่น Aluminum Composite, หินธรรมชาติ และวัสดุประเภทงานก่อ

- วัสดุยาแนว ให้ใช้ประเภทซิลิโคนยาแนวกันการรั่วซึม (Weatherseal Silicone Sealant) ชนิดไม่ปล่อยคราบน้ำมัน คุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM C920 และ ASTM C1248 สามารถรับการเคลื่อนไหวของรอยต่อไม่น้อยกว่า ±50% ของขนาดรอยต่อตามวิธีการทดสอบ ASTM C719 โดยผลการทดสอบมีค่า Total Bond Loss = 0 ตร.นิ้ว

2.1.6 สำหรับรอยต่องานคอนกรีต เช่น รอยต่อระหว่างผนัง Precast Concrete รอยต่อระหว่างอะลูมิเนียมกับปูน

- กรณีไม่ทาสีทับ ให้ใช้ประเภทซิลิโคน หรือไฮบริด ยาแนวกันการรั่วซึม (Weatherseal Silicone[or Hybrid] Sealant) คุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM C920 สามารถรับการเคลื่อนไหวของรอยต่อไม่น้อยกว่า ±50% ของขนาดรอยต่อตามวิธีการทดสอบ ASTM C719 โดยผลการทดสอบมีค่า Total Bond Loss = 0 ตร.นิ้ว

- กรณีทาสีทับ ให้ใช้ ประเภทโพลียูรีเทนยาแนวกันการรั่วซึม (Weatherseal Polyurethane Sealant) คุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM C920 สามารถรับการเคลื่อนไหวของรอยต่อไม่น้อยกว่า ±25% ของขนาดรอยต่อตามวิธีการทดสอบ ASTM C719 โดยผลการทดสอบมีค่า Total Bond Loss = 0 ตร.นิ้ว

2.1.7 สำหรับรอยต่องานสุขภัณฑ์ และรอยต่อในบริเวณที่มีความชื้นสูง ให้ใช้ ประเภทซิลิโคนยาแนวกันการรั่วซึม (Weatherseal Silicone Sealant) มีคุณสมบัติเป็นกลาง ป้องกันการเกิดเชื้อรา สามารถรับการเคลื่อนไหวของรอยต่อไม่น้อยกว่า ±25%

2.1.8 สำหรับรอยต่อที่ต้องการกันเสียง ให้ใช้วัสดุยาแนวประเภทกันเสียง (Acoustic Sealant)

2.1.9 สำหรับรอยต่อที่ต้องการกันไฟ ให้ใช้วัสดุยาแนวประเภทกันไฟ (Fire Rated Sealant) ที่ผ่านการทดสอบสามารถทนไฟได้ไม่ต่ำกว่า 2 ชั่วโมง

2.1.10 สำหรับระบบ Curtain Wall ให้ใช้ประเภทซิลิโคนยาแนวกันการรั่วซึม (Weatherseal Silicone Sealant) คุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM C920 สามารถรับการเคลื่อนไหวของรอยต่อไม่น้อยกว่า ±50% ของขนาดรอยต่อตามวิธีการทดสอบ ASTM C719 โดยผลการทดสอบมีค่า Total Bond Loss = 0 ตร.นิ้ว

2.2 วัสดุยาแนวสำหรับงานโครงสร้าง (Structural Silicone Sealant)

2.2.1 วัสดุยาแนวต้องเป็นประเภท Structural Silicone Sealant ที่ทำหน้าที่ในการยึดกระจก หรือยาแนวงานโครงสร้างโดยเฉพาะ

2.2.2 วัสดุยาแนวต้องมีค่าสารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds: VOCs) ต่ำกว่า 40 กรัมต่อลิตร ปลอดสารก่อมะเร็ง (Carcinogen)

2.2.3 วัสดุยาแนวต้องมีประวัติการใช้งานในประเทศไทยที่สามารถอ้างอิงหรือยืนยันได้มาแล้ว ไม่ต่ำกว่า 15 ปี

2.2.4 สำหรับรอยต่อในระบบ Curtain Wall (4 Sided/ 2 Sided Support)

- วัสดุยาแนวให้ใช้ประเภทซิลิโคนยาแนวสำหรับงานโครงสร้าง (Structural Silicone Sealant) ต้องได้รับมาตรฐาน ASTM C1184 และ ASTM C920 สามารถรองรับการเคลื่อนตัวของรอยต่อที่ ±25% ผ่านการทดสอบมาตรฐาน ASTM C1135 โดยมีค่าแรงดึงสูงสุดไม่ต่ำกว่า 100 PSI

2.2.5 สำหรับงานกระจกเปลือยที่สูงเกิน 3 เมตร (ระบบ Glass Mullion)

- วัสดุยาแนวให้ใช้ประเภทซิลิโคนยาแนวสำหรับงานโครงสร้าง (Structural Silicone Sealant) ต้องได้รับมาตรฐาน ASTM C1184 และ ASTM C920 หรือเทียบเท่า สามารถรองรับการเคลื่อนตัวของรอยต่อที่ ±25% ผ่านการทดสอบมาตรฐาน ASTM C1135 หรือเทียบเท่า โดยมีค่าแรงดึงสูงสุดไม่ต่ำกว่า 100 PSI

2.3 สำหรับรอยต่อท่องานระบบวิศวกรรม ให้ใช้วัสดุยาแนวกันรั่วซึมประเภท Polyurethane ที่ผ่านการทดสอบสามารถทนไฟได้ไม่ต่ำกว่า 2 ชั่วโมง โดยมีค่าการลามไฟไม่เกิน 25 และมีค่าการเกิดควันไม่เกิน 50 ตามมาตรฐาน AS 1530.4:2014 ,EN 1366-4 หรือเทียบเท่า

2.4 วัสดุอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 สารละลายทำความสะอาด (Cleaning Solvent) ให้เป็นไปตามที่แนะนำโดยผู้ผลิตวัสดุยาแนว ทำความสะอาดตามที่แนะนำโดยผู้ผลิตวัสดุยาแนวอย่างเคร่งครัด สารละลายทำความสะอาดที่ใช้จะต้องสามารถเข้ากันได้กับวัสดุยาแนว และจะต้องไม่ทำปฏิกิริยา หรือสร้างความเสียหายแก่พื้นผิววัสดุ

2.4.2 ผ้าเช็ดทำความสะอาด ต้องเป็นผ้าฝ้ายขาว 100% ที่ไม่ทิ้งเศษ หรือคราบบนผิววัสดุ

2.4.3 วัสดุรองพื้น (Primer) ให้ใช้วัสดุรองพื้นที่แนะนำโดยผู้ผลิตวัสดุยาแนว ปฏิบัติตามวิธีการทาที่แนะนำโดยผู้ผลิตวัสดุยาแนวอย่างเคร่งครัด ต้องมีการทดสอบการเข้ากันได้ของวัสดุที่วัสดุรองพื้นจะสัมผัส โดยวัสดุรองพื้นจะต้องไม่มีสี ไม่ก่อ หรือกระตุ้นให้เกิดคราบในบริเวณใกล้เคียงที่สัมผัสกับวัสดุรองพื้น

2.4.4 ยางขอบกระจก (Gasket) ที่อาจสัมผัสซิลิโคนยาแนวให้ใช้ยางขอบกระจกที่ผลิตจากยางซิลิโคน หรือ EPDM หรือนีโอพรีน (Neoprene)

2.4.5 วัสดุหนุน (Backer Rod) ใช้วัสดุหนุนที่ผลิตจากโพลีเอทธีลีนชนิดเซลล์ปิด หรือโพลียูรีเทนชนิดเซลล์เปิด หรือวัสดุอื่นที่วัสดุยาแนวไม่สามารถยึดติดได้

2.4.6 เทปโฟม (Spacer) และยางหนุน (Setting Block) ใช้เทปโฟม และยางหนุนที่ผลิตจากซิลิโคน อัลครีน (Alcryn) โพลียูรีเทนโฟม และไวนิล ไม่ใช้เทปโฟม และยางหนุนที่ผลิตจาก EPDM นีโอพรีน (Neoprene) แซนโทพรีน (Santoprene) เครตอน (Krayton) และวัสดุที่ผลิตจากอินทรีย์สารอื่น ๆ ทั้งนี้เทปโฟม และยางหนุนจะต้องไม่ทำปฏิกิริยา หรือสร้างความเสียหายแก่วัสดุยาแนว

2.4.7 เทปโฟม (Spacer) และยางหนุน (Setting Block) ใช้กับวัสดุยาแนวสำหรับงานโครงสร้าง งานระบบ Curtain Wall ให้ใช้เทปโฟมประเภท Structural Glazing Spacer Tape ชนิด Open cell และยางหนุนที่ผลิตจากซิลิโคน ทั้งนี้เทปโฟมและยางหนุนจะต้องผ่านการทดสอบ Compatibility test โดยไม่สร้างความเสียหายแก่วัสดุยาแนว

2.4.8 เทปกันการยึดติด 3 ด้าน (Bond Breaker Tape) ใช้เทปกันการยึดติด 3 ด้านที่ผลิตจากโพลีเอทธีลีนชนิดเซลล์ปิด หรือโพลียูรีเทนชนิดเซลล์เปิด หรือวัสดุอื่นที่วัสดุยาแนวไม่สามารถยึดติดได้

2.4.9 เทปกาว (Masking Tape) ใช้เทปกาวที่ไม่ก่อให้เกิดคราบ ไม่ดูดซับ และสามารถใช้ได้กับวัสดุยาแนว และพื้นผิววัสดุ โดยจะต้องไม่ทำปฏิกิริยา หรือสร้างความเสียหายแก่พื้นผิววัสดุ

การดำเนินการ

3.1 การเตรียมการ

3.1.1 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบสถานที่ และบริเวณที่จะทำการยาแนว รวมไปถึงการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ให้เรียบร้อยก่อนดำเนินการ

3.1.2 เตรียมพื้นผิว และฉีดวัสดุยาแนวตามคำแนะนำของผู้ผลิตวัสดุยาแนว ผิวงานที่จะทำการยาแนวจะต้องสะอาด แห้ง ปราศจากฝุ่น ไขมัน แล็กเกอร์ และความชื้น

3.1.3 ติดเทปกาว (Masking Tape) บริเวณขอบรอยต่อเพื่อปกป้องผิววัสดุ เพื่อความสะอาด และเพื่อให้วัสดุยาแนวเป็นเส้นตรง

3.2 การติดตั้ง

3.2.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาผู้ดำเนินการ หรือช่างฝีมือที่มีความชำนาญ มีประสบการณ์ในการติดตั้ง โดยปฏิบัติตามกรรมวิธี และคำแนะนำของผู้ผลิตวัสดุยาแนวอย่างเคร่งครัด

3.2.2 ติดตั้งวัสดุหนุน (Backer Rod) ให้ต่อเนื่องไม่ให้มีช่องว่างระหว่างกัน ไม่มีการบิด ยืด ม้วน พับ หรือพันกันของวัสดุหนุน ระวังไม่ให้ผิววัสดุหนุนแตก หรือฉีก ขณะติดตั้ง บีบวัสดุหนุนเข้ามา 20-25% ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

3.2.3 ติดตั้งเทปกันการยึดติด 3 ด้าน (Bond Breaker Tape) ที่ด้านในรอยต่อในกรณีที่ไม่สามารถติดตั้งวัสดุหนุนได้

3.2.4 ติดตั้งเทปโฟม (Spacer) ยางหนุน (Setting Block) และอื่น ๆ ตามแบบ

3.2.5 ขนาดรอยต่อ ให้เป็นไปตามกรรมวิธีของผู้ผลิตวัสดุยาแนวอย่างเคร่งครัด หรือตามที่ผู้ออกแบบกำหนด

การทำความสะอาด

4.1 ผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดบริเวณทำงานทุกแห่งหลังจากติดตั้งวัสดุยาแนวแล้ว ด้วยความประณีตเรียบร้อยก่อนส่งมอบงาน

4.2 กรณีที่วัสดุยาแนวที่ยังไม่แห้งตัว ให้เช็ดวัสดุยาแนวที่ยังไม่แห้งตัวด้วยผ้าชุบสารละลายทำความสะอาดที่ผู้ผลิตวัสดุยาแนวแนะนำภายใน 10 นาที หลังจากฉีดวัสดุยาแนว

4.3 กรณีที่วัสดุยาแนวแห้งตัวแล้ว ให้ตัดวัสดุยาแนวที่แห้งตัวแล้วออกด้วยมีด

2.9 งานครุภัณฑ์และตกแต่งภายใน

<u>งานครุภัณฑ์และตกแต่งภายใน</u>

ข้อกำหนดทั่วไป

1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ แรงงานที่มีฝีมือ และความชำนาญ ในการก่อสร้างงานตกแต่งภายใน ตามระบุในงานตกแต่งภายในเป็นหลัก หากไม่ระบุให้ยึดถือตามหมวดนี้

2) จัดหา และกั้นห้อง ตกแต่งพื้น ผนัง และเพดานตามแบบ และรายการประกอบแบบ

3) จัดหา และติดตั้งเฟอร์นิเจอร์ติดผนัง และลอยตัว ตามแบบ และรายการประกอบแบบ

4) จัดหา และติดตั้งม่าน และอุปกรณ์ ตามแบบ และรายการประกอบแบบ

5) ผู้รับจ้างต้องประสานงาน และให้ความร่วมมือกับผู้รับจ้างอื่น ๆ ได้แก่ งานระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศระบบสุขาภิบาล และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้งานตกแต่งภายใน และงานระบบอื่น ๆ แล้วเสร็จสมบูรณ์

6) ในกรณีที่เป็นงานต่อเนื่อง หรือต้องร่วมงานกันหลายฝ่าย หากไม่มีข้อกาหนดให้ผู้ใดเป็นผู้ดำเนินการให้แล้วเสร็จ ให้ถือเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างตกแต่งภายในที่จะดำเนินการให้ต่อเนื่องจนแล้วเสร็จ

7) ผู้รับจ้างตกแต่งภายในต้องเคารพข้อกาหนดต่าง ๆ ของอาคารเป็นหลัก ในการดาเนินงานตลอดจนรับผิดชอบในความเสียหายใด ๆ อันที่จะเกิดขึ้นกับสภาพแวดล้อมของตัวอาคาร

8) งานที่ต้องใช้ความประณีตเป็นพิเศษ เช่น งานลวดลาย งานชุบโลหะ ฯลฯ ผู้รับจ้างต้องใช้ช่างที่มีความ

9) ชำนาญเฉพาะด้านเป็นผู้จัดทำ รวมถึงงานที่เกี่ยวข้อง เช่น งานระบบไฟฟ้า, แสง, เสียง ฯลฯ ผู้รับจ้าง

10) จะต้องเป็นผู้จัดทำ หรือประสานงานการติดตั้งให้ถูกต้องตามแบบ และตามหลักวิชาการ

ผลิตภัณฑ์

1) วัสดุ และอุปกรณ์ทุกชิ้นต้องมีคุณภาพดี ถูกต้องตามแบบ และรายการประกอบแบบ เป็นของใหม่ ไม่มีการชำรุด หรือเสื่อมสภาพ การเก็บรักษาวัสดุถูกต้องตามมาตรฐานของผู้ผลิต และจะต้องนาตัวอย่างมาให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อน จึงทาการสั่งซื้อ หรือติดตั้งได้ หากผู้รับจ้างติดตั้งโดยพลการ ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนใหม่จนเป็นที่พอใจ ของผู้ออกแบบ โดยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง

2) งานไม้

(1) คุณภาพของไม้

- ไม้ที่นามาใช้ในงานตกแต่งภายในต้องคัดแล้ว ไม่มีรอยบิ่น แตกร้าว บิดงอ ไม่มีตาไม้ หรือกระพี้ไม้หรือตาหนิอื่น ๆ และต้องเป็นไม้ที่ผ่านการอบ หรือผึ่งให้แห้งสนิท ไม่เกิดปัญหาจากการยืดหดบิดงอในภายหลัง

(2) ชนิดของไม้

- โครงเฟอร์นิเจอร์ทั่วไป ใช้ไม้จ๊อยท์ตะแบกขนาด 17x42 มม. หรือ 22x45 มม. ในส่วนที่เป็นโครงภายในหรือไม้ชนิดอื่น ๆ ที่มีคุณภาพเทียบเท่ากัน หรือตามที่ระบุในแบบ โดยทาน้ำยาป้องกันปลวกก่อนนามาใช้งานหรืออัดน้ำยามาแล้วจากโรงงาน

- วัสดุที่กรุ ให้ใช้ไม้อัดยางหนา 4 มม. ส่วนที่รับน้ำหนักให้ใช้หนา 6 มม. หรือที่ระบุเป็นอย่างอื่นโดยใช้ไม้อัดเต็มมิลเกรด AA หรือตามมาตรฐาน มอก. 178-2549

3) วัสดุบุผิวอื่น ๆ ตามระบุในแบบ หรือตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบตกแต่งภายใน

4) การดำเนินการ

ก) การติดตั้งโครงไม้ ต้องตั้งแนวให้ได้ระดับ และฉาก ทั้งแนวตั้ง และแนวนอนตามที่กำหนด ระยะห่างของโครงไม้ ไม่เกินกว่า 400 มม. นอกจากระบุเป็นอย่างอื่น การเข้าไม้ต้องเข้าเดือยเข้ามุม ห้ามใช้วิธีตีชนเป็นอันขาด

ข) ผู้รับจ้างต้องทาการตรวจสอบระยะต่าง ๆ ของสถานที่ติดตั้ง หรือเครื่องใช้ที่จะต้องติดตั้งในงานเฟอร์นิเจอร์ก่อนเริ่มดำเนินการประกอบ และติดตั้ง การแบ่งช่วงโครงแนวตั้งของเฟอร์นิเจอร์ให้ยึดถือระยะที่ได้ตรวจสอบจากสถานที่ ผู้รับจ้างสามารถดำเนินการต่อไปได้ ในกรณีที่ไม่สามารถแบ่งช่วงได้ตามแบบเนื่องจากติดปัญหาอันเกี่ยวเนื่องกับงานอื่น เช่น งานระบบไฟฟ้า งานระบบปรับอากาศ ให้ขอความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน เพื่อหาทางแก้ไข หากมีข้อบกพร่อง หรือเสียหายอันเนื่องมาจากการที่ไม่ได้ตรวจสอบขนาดดังกล่าว ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขให้ใหม่โดยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง

3) การกรุผิวหน้า

(1) ไม้อัด

ไม้อัดที่ใช้ให้มีคุณภาพมาตรฐาน มอก. 178-2549 หรือแผ่นไม้อัดเต็มมิลเกรด AA การกรุผิวหน้างานเฟอร์นิเจอร์ด้วยไม่อัด การเข้าไม้ให้ใช้กาวทาที่โครง และส่วนที่จะยึดติดก่อนตอกด้วยตะปูตัดหัวและส่งให้ลึกลงไปในเนื้อไม้ การตอกตะปูต้องทาด้วยความประณีต ไม่มีรอยหัวค้อนปรากฏที่ผิวระยะตอกตะปู ต้องห่างไม่เกิน 200 มม. และต้องอัดแนวต่อไว้จนกว่ากาวจะแห้งสนิท

(2) แผ่นพลาสติกลามิเนต (หรือแผ่นลามิเนต)

ก่อนดำเนินการให้ตรวจสอบส่วนที่จะกรุ และตัดแต่งแผ่นพลาสติกลามิเนตให้ได้ขนาด แล้วทำความสะอาดส่วนที่จะกรุ ปัดเศษฝุ่นผงตามซอกมุมออกให้หมดก่อนที่จะทากาวยางที่ผิวส่วนที่ประกบติดกัน และอัดติดแน่น อย่าให้มีฟองอากาศ หรือเป็นคลื่น และอัดด้วยแม่แรง สิ่งกดทับอื่น ๆ จนกาวแห้งสนิท

(3) แผ่นกระจกเคลือบสีคัลเลอร์โค้ท (back – painted glass)

กระจกเคลือบสีที่ใช้หนาไม่น้อยกว่า 4 มม. หรือตามระบุในแบบ มีการรับรองคุณภาพการยึดเกาะของสีกับกระจกไม่น้อยกว่า 20 ปี ให้ดำเนินการเจียรขอบกระจกไม่น้อยกว่า 2 มม. โดยรอบก่อนติดตั้ง โดยติดกระจกลงบนแผ่นไม้อัดที่เตรียมไว้ด้วยกาวสาหรับยึดกระจกเสนออนุมัติ

4) บานเปิด บานเลื่อน และลิ้นชักต่าง ๆ

กรอบบานเปิด บานเลื่อน และหน้าลิ้นชักที่มองเห็นจากภายนอกทั้งหมด ให้ใช้ไม้สัก หรือที่ระบุเป็นอย่างอื่น กรุขนาดตามที่ระบุในแบบ ไม้พื้นลิ้นชักเป็นไม้อัดยาง หนา 6 มม. หรือตามระบุในแบบ ตู้บานเปิดทุกตู้ติดมือจับบานและบานพับ บานเลื่อนใช้อุปกรณ์รางเลื่อน ล้อเลื่อน กุญแจ ล็อกตามแบบ และรายการในแบบ

5) งานผนัง

(1) ผนังทั่วไป

งานผนัง : ผนังกรุไม้อัด บุผ้า กรุยิปซั่มหรือผนังสำเร็จรูป โครงคร่าวโลหะ ให้ใช้โครงคร่าวและวัสดุตามแบบรูปแสดงรายละเอียด หรือใช้ตามมาตรฐานของผู้ผลิตการเตรียมผิวพื้นและทาสี หรือพ่นสีให้ดูรายละเอียดใน หมวดงานสี ผิวผนังเดิมของอาคารส่วนใดที่เกิดการชำรุดเสียหาย อันเนื่องจากการติดตั้งครุภัณฑ์ ไม่ว่าจะเป็นผนัง ชนิดใด ให้เป็นภาระของผู้รับจ้างจะต้องซ่อมแซม ตกแต่งสีให้อยู่ในสภาพเดิมถูกต้องกับผนังชนิดนั้น ๆ ก่อนส่ง มอบงาน

(2) การดำเนินการติดตั้งเฟอร์นิเจอร์ติดผนัง

ในการประกอบเฟอร์นิเจอร์ติดผนังที่โรงงาน ระยะ และขนาดต่าง ๆ ผู้รับจ้างต้องเตรียมเผื่อการตัด และการเข้ามุมกับสถานที่ก่อนที่จะติดตั้ง หากเฟอร์นิเจอร์ที่จะติดตั้งบังอุปกรณ์ไฟฟ้า หรืออุปกรณ์ใด ๆผู้รับจ้างต้องเคลื่อนย้ายหรือปรับอุปกรณ์ต่าง ๆ ไว้บนเฟอร์นิเจอร์ติดผนังในตำแหน่งที่เหมาะสม ผู้รับจ้างต้องขอความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อนดำเนินการติดตั้งงานเฟอร์นิเจอร์ติดผนังกับสถานที่ก่อสร้างทั้งหมด

<u>งานครุภัณฑ์สแตนเลส</u>

1) ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบรูปแบบ รายการ พร้อมแบบงานระบบไฟฟ้า และงานระบบสุขาภิบาล ที่เกี่ยวกับข้องข้องการติดตั้งครุภัณฑ์สแตนเลส ก่อนดำเนินการก่อสร้าง

2) คุณภาพสแตนเลส และความหนา ให้ใช้ตามรูปแบบและรายการกำหนด

3) งานประกอบครุภัณฑ์สแตนเลส

- การพับ การต่อเชื่อม ต้องต่อเนื่องเป็นชิ้นเดียวกัน
- การต่อมุมที่รอยพับโค้งชนกัน ต้องโค้งมนรัศมีเท่ากัน
- การเชื่อม ต้องเชื่อมต่อให้เต็มและขัดแต่งให้เป็นเนื้อเดียวกัน (ยกเว้น การเชื่อมโครงคร่าว)
- ทำความสะอาดผิวพร้อมเคลือบผิวด้วยน้ำยาเคลือบผิวสแตนเลส

การทำความสะอาด

การทำความสะอาดขั้นสุดท้ายผู้รับจ้างจะต้องเก็บทำความสะอาดและเช็ดล้างรอยเปรอะเปื้อนตามที่ต่างๆจนสะอาดเรียบร้อย ผลเสียหายอื่น ๆ อันเนื่องมาจากการทำงานต่าง ๆ นี้ให้อยู่ในความรับชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

งานม่าน

ขอบเขตของงาน

ก่อนการติดตั้งผ้าม่าน ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบสถานที่แนวที่จะยึดรางม่าน นำตัวอย่างวัสดุและสี และกำหนดรูปแบบแนวติดตั้งรางม่าน ให้คณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาก่อนการติดตั้ง

วัสดุ

1) ม่านม้วน (Roller Blinds)

มีความเหมาะสมในการตกแต่งห้องเพื่อเพิ่มบรรยากาศที่เป็นสไตล์โทนเรียบง่าย ในรูปแบบความเป็นโมเดิร์น ที่มีให้คุณได้เลือกใช้งานหลากหลายสีสัน สามารถติดตั้งได้ง่าย ประหยัดพื้นที่ในการใช้งาน ซึ่งมีให้เลือกด้วยการ 3 ประเภท เป็น ม่วนม้วน ประเภท Dimout ที่แสงสามารถลอดผ่านภายในห้องได้ หรือจะเป็น ประเภท Blackout ที่แสงไม่สามารถเข้าถึงได้เลย หรือ ประเภท Sunscreen ในลักษณะกรองแสง ที่สามารถมองเห็นภาพวิวทิวทัศน์จากภายนอกได้ดีเยี่ยม

2) ระบบดึง (MANUAL SHADE SYSTEM)

การแบ่งจำนวนชุดหรือขนาดผ้าม่าน ให้แบ่งช่องขนาดของผ้าม่านตามขนาดของช่องหน้าต่างกระจกและความสูงของช่องหน้าต่างทั้งหมด โดยทั่วไปกำหนด ดังนี้

ม่านม้วนระบบดึง (MANUAL SHADE SYSTEM) ม่านม้วนระบบมือดึงเป็นม่านม้วน ชนิดม้วน ขึ้น-ลง ด้วยระบบดึงพร้อมผ้า SUNSCREEN กรองแสง - ระบบชนิดดึง ทำจากพลาสติกอย่างดี ขาจับเป็นแผ่นเหล็กเต็มแผ่น ขึ้นรูปหนา 3.20 มม. ยึดด้านหลังเพื่อรองรับชุดม่าน – แกนม้วน

ผ้าอลูมิเนียมเส้นผ่าศูนย์กลาง 37 มม. โซ่ดึงสเตนเลสไม่ขึ้นสนิม

- การดูแลรักษา : สามารถใช้เครื่องดูดฝุ่น หรือล้างทำความสะอาดได้ด้วยสบู่
- คุณสมบัติ : กันน้ำและกันแสงแดด และไม่เป็นที่เพาะเชื้อโรค (ANTI BACTERIA)

การติดตั้งผ้าม่าน

1) ผ้าม่านหน้าต่าง - ประตู

1) ตรวจสอบสถานที่แนวที่จะยึดรางม่าน

2) ติดรางม่าน ในกรณีใช้รางตัวยู ยึดกับฝ้าเพดาน หรือ ภายในด้านบนฝ้าเพดานที่ติดตั้งราง ต้องเสริมโครงเตรียมไว้รับร่างม่านหรือตามแบบรูปกำหนด

3) หลังจากติดผ้าม่านที่รางแล้ว ทดสอบเปิด-ปิดผ้าม่านด้วยก้านอลูมิเนียมหรือไม้สำหรับลากจูง เวลาลากต้องคล่องตัวไม่ฝืดหรือติดขัด

การเลือกใช้วัสดุ (ม่านม้วน)

การเลือกวัสดุ ที่จะใช้ กำหนดให้มีตัวเลือก อย่างน้อย 2 ตัวอย่าง และ ตัวอย่างดังกล่าวให้ รวม ถึงวัสดุประกอบอย่างอื่นที่จำเป็นต้องใช้ด้วย สามารถเลือกใช้ผลิตภัณฑ์รุ่น ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ : พร้อมอุปกรณ์ติดตั้งม่าน

*หมายเหตุ : ให้พิจารณาจากวัสดุ จากบริษัท.ที่จัดจำหน่าย ที่นำเสนอไว้ก่อน หากไม่มีสินค้าตามที่ระบุ ข้างต้น ผู้รับจ้างสามารถเสนอเทียบเท่าวัสดุอุปกรณ์การก่อสร้างได้ โดยการเทียบเท่าให้ปฏิบัติตามหมวดวัสดุอุปกรณ์ในบทข้อกำหนดทั่วไป (ดูรายละเอียดตามแบบ)

หมวดที่ 3 รายการประกอบแบบงานวิศวกรรมโครงสร้าง

3.1 งานรื้อถอนอาคาร

ขอบเขตของงาน

ก. ผู้รับจ้างต้องศึกษารายละเอียดโครงสร้างของอาคารที่จะรื้อถอนรวมทั้งสภาพแวดล้อมด้วยความรอบคอบ และต้องควบคุมการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามขั้นตอน วิธีการ และมีความปลอดภัยในการรื้อถอนอาคารตามที่ได้รับอนุญาตถ้าปฏิบัติไม่ถูกต้องตามขั้นตอน วิธีการ หรืออาจก่อให้เกิดภยันตรายต่อสุขภาพ ชีวิต ร่างกาย หรือทรัพย์สิน ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขให้ถูกต้องหรือให้มีความปลอดภัย

ข. ก่อนการรื้อถอนอาคารส่วนใดส่วนหนึ่ง ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบและหาวิธีการป้องกันสิ่งบริการสาธารณะ เช่น ไฟฟ้า โทรศัพท์ ประปาหรือท่อก๊าซ เป็นต้น และส่วนต่าง ๆ ของอาคารที่อาจตกหล่น เพื่อมิให้เกิดภยันตรายต่อสุขภาพ ชีวิต ร่างกาย หรือทรัพย์สินในขณะที่รื้อถอนอาคารส่วนนั้น

ค. ในระหว่างการรื้อถอนอาคาร ผู้รับจ้างต้องติดตั้งป้ายเตือนอันตราย และต้องแสดงขอบเขตการรื้อถอนอาคารพร้อมด้วยไฟสัญญาณสีแดงกระพริบเตือนอันตรายจำนวนพอสมควรไว้รอบบริเวณที่จะรื้อถอน เพื่อเตือนไม่ให้บุคคลซึ่งไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเข้าไปในบริเวณนั้น และต้องจัดให้มีพนักงานสำหรับห้ามบุคคลซึ่งไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเข้าไปในบริเวณดังกล่าว รวมทั้งดูแลความเรียบร้อยของป้ายเตือนอันตรายและไฟสัญญาณด้วย

การรื้อถอนอาคาร ผู้รับจ้างจะกระทำได้เฉพาะในเวลาระหว่างพระอาทิตย์ขึ้นถึงพระอาทิตย์ตก ถ้าจะกระทำในเวลาระหว่างพระอาทิตย์ตกถึงพระอาทิตย์ขึ้นต้องได้รับอนุญาตเป็นหนังสือจากเจ้าพนักงานท้องถิ่นและต้องจัดให้มีแสงสว่างเพียงพอด้วย

ง. การรื้อถอนอาคารที่ใกล้หรือติดต่อกับที่สาธารณะ อาคารอื่น หรือที่ดินต่างเจ้าของหรือผู้ครอบครองน้อยกว่า 2.00 เมตร ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีการป้องกันฝุ่นละอองและเศษวัสดุร่วงหล่นที่อาจเป็นภยันตรายต่อสุขภาพ ชีวิต ร่างกายหรือทรัพย์สิน

จ. การรื้อถอนอาคารที่มีความสูงเกิน 15.00 เมตร และอยู่ห่างจากทางหรือที่สาธารณะตามแนวราบน้อยกว่า 4.50 เมตร ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีสิ่งป้องกันวัสดุที่อาจร่วงหล่นคลุมทางหรือที่สาธารณะนั้น ถ้ามีทางเดินเท้าตามแนวทางหรือที่สาธารณะ ผู้รับจ้างต้องสร้างหลังคาที่มั่นคงแข็งแรงและขนาดใหญ่เพียงพอที่จะป้องกันเศษวัสดุที่อาจร่วงหล่นเป็นภยันตรายต่อสุขภาพ ชีวิต ร่างกาย หรือทรัพย์สินตลอดแนวของอาคารที่จะรื้อถอนนั้นด้วย

ฉ. การรื้อถอนผนังอาคารด้านนอกที่สูงจากพื้นดินเกิน 8.00 เมตรและอยู่ห่างจากอาคารอื่น ทาง หรือที่สาธารณะตามแนวราบน้อยกว่าความสูงของอาคาร ผู้รับจ้างการจัดให้มีแผงรับวัสดุที่อาจร่วงหล่นจากการรื้อถอนตลอดแนวด้านนอกของผนังของอาคารด้านนั้น แผงรับวัสดุดังกล่าวต้องมีความมั่นคงแข็งแรงและขนาดใหญ่เพียงพอที่จะสามารถรองรับวัสดุที่ร่วงหล่นได้ และต้องติดตั้งให้เอียงลาดเพื่อป้องวัสดุที่ร่วงหล่นกระเด็นออกมานอกแผงหรือกองค้างอยู่ในแผงรับนั้น

ช. การขนถ่ายวัสดุที่รื้อถอนลงจากที่สูงมาสู่ที่ต่ำ ผู้รับจ้างต้องกระทำโดยใช้รางหรือสายพานเลื่อนที่มีความลาดเหมาะสมและปลอดภัยจากการตกหล่น สำหรับการขนถ่ายวัสดุโดยลิฟต์ส่งของ หรือปั้นจั่น หรือโยนหรือทิ้ง เป็นต้น ผู้รับจ้างจะกระทำได้ต่อเมื่อได้จัดให้มีการป้องกันภยันตรายต่อสุขภาพ ชีวิต ร่างกาย หรือทรัพย์สินแล้ว ห้ามผู้รับจ้างกองวัสดุที่รื้อถอนไว้บนพื้นหรือส่วนของอาคารที่สูงกว่าพื้นดิน

ซ. ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิศวกรโยธาที่เชี่ยวชาญการทำงานรื้อถอนอาคารมาประจำการ ณ ที่ทำการรื้อถอน และต้องแสดงขั้นตอน , วิธีการทำงานต่าง ๆ ให้ผู้ว่าจ้างและหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนดำเนินการ

3.2 งานดินและปรับปรุงบริเวณ

1.ขอบเขตของงาน

ก. ข้อกำหนดนี้ควบคุมงานดินและงานปรับปรุงบริเวณของโครงการ ซึ่งประกอบด้วย

(1) งานปรับพื้นที่เดิมของสถานที่ก่อสร้าง

(2) งานถมที่

(3) งานขุดและงานถมสำหรับการก่อสร้าง

(4) งานถนน

(5) ทางเดินเท้า

ข. ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการตามกฎหมายและเงื่อนไขตามสัญญา เกี่ยวกับการป้องกันความเสียหาย ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นกับอสังหาริมทรัพย์ใกล้เคียงพื้นที่บริเวณที่ก่อสร้าง และต้องรับผิดชอบชดใช้ค่าเสียหาย ที่อาจเกิดขึ้นต่อระบบสาธารณูปโภค เช่น ถนน ทางระบายน้ำ สนามหญ้า ต้นไม้ใกล้เคียง อันเนื่องมาจากการดำเนินงานของผู้รับจ้าง

ค. ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการขนย้ายวัสดุที่ไม่มีประโยชน์ ออกนอกบริเวณก่อสร้าง รวมถึงสถานที่ ๆ จะทิ้งวัสดุกล่าว

2.การปรับพื้นที่เดิมของสถานที่ก่อสร้าง

งานปรับพื้นที่บริเวณพื้นที่ก่อสร้าง จะมีขอบเขตของพื้นที่ตามที่แสดงในแบบงานปรับพื้นที่ซึ่งรวมถึงการถางหญ้า ขุดตอ เก็บเศษหิน กากปูน ขยะ และวัชพืชอื่น ๆ ออกไปทิ้งนอกบริเวณก่อสร้าง นอกจากนั้นยังรวมถึงการรื้อถอนสิ่งปลูกสร้างที่มีอยู่เดิมในพื้นที่ ๆ จะทำการก่อสร้าง เช่น อาคาร รั้ว ท่อคอนกรีต บ่อพัก ฯลฯ ซึ่งแสดงไว้ในแบบหรือไม่แสดงไว้แต่เป็นความประสงค์ของวิศวกรผู้ควบคุมงาน โดยไม่รวมงานรื้อถอนอาคาร และฐานรากเดิม

ก. การรื้อถอน

(1) ผู้รับจ้างจะต้องทำการรื้อออก ถอน หรือย้ายออกสิ่งปลูกสร้างทุกอย่างที่อยู่เหนือดิน เช่น รั้ว และสิ่งที่อยู่ใต้ดิน เช่น ท่อระบายน้ำ และท่อพักเดิมรวมทั้งการตัดกิ่งไม้ภายในบริเวณพื้นที่ จะก่อสร้าง เว้นแต่วิศวกรผู้ควบคุมงานจะสั่งให้ปล่อยไว้ตามสภาพเดิม

(2) หลุมหรือช่องว่างที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งที่อยู่ใต้ดินออกไป จะต้องทำการถม และบดอัดให้แน่นด้วยวัสดุถม และวิธีการที่กำหนดในข้อกำหนดนี้

(3) ต้นไม้ยืนต้นที่อยู่บริเวณที่ ๆ จะก่อสร้างจะต้องรักษาให้คงอยู่ในสภาพเดิม นอกจากวิศวกรผู้ควบคุมงานสั่งให้ตัดทิ้ง

ข. วัสดุที่ได้จากการรื้อถอน

(1) หากมีสิ่งก่อสร้างใด ๆ ซึ่งวิศวกรผู้ควบคุมงานพิจารณาแล้วเห็นสมควรนำไปใช้ที่อื่นได้ผู้รับจ้างจะต้องทำการรื้อถอนออกด้วยความระมัดระวัง พร้อมกับทำเครื่องหมายสำหรับนำไปประกอบหรือติดตั้งในที่ใหม่ได้โดยง่าย

(2) สิ่งก่อสร้างอื่น ๆ ซึ่งวิศวกรผู้ควบคุมงานพิจารณาแล้วว่าไม่มีประโยชน์ให้ผู้รับจ้างรื้อถอน และย้ายออกจากพื้นที่บริเวณก่อสร้างได้

3.การถมที่

ก. วัสดุถมที่ใช้จะต้องเป็นวัสดุที่เหมาะสม เช่น ดินหรือทรายถมที่อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือปนกันและเป็นวัสดุที่ได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงาน วัสดุถมที่จะต้องปราศจากวัชพืช เศษขยะ หิน อิฐ กรวด หรือสารเคมีเจือปน

ข. ในบริเวณที่ ๆ มีน้ำใต้ดินอยู่ตื้นมาก ผู้รับจ้างจะต้องทำการระบายน้ำออกเสียก่อนทำการถมที่การระบายน้ำออกอาจจะกระทำได้ โดยการขุดร่องระบายน้ำ หรือก่อสร้างบ่อพักน้ำให้น้ำไหลลงไปแล้วทำการสูบออก

ค. วิธีดำเนินการ

(1) ถ้าวัสดุถมที่เป็นดินทรายหรือดินปนทรายจะต้องทำการถมเป็นชั้น ๆ โดยแต่ละชั้นจะต้องมีความหนาไม่เกิน 30 ซม. บดอัดทุกชั้นด้วยเครื่องกระทุ้ง หรือลูกกลิ้งหรือรถบด

(2) ในการถมที่ ไม่ว่าจะถมส่วนล่างด้วยดินหรือทรายก็ตาม ผิวชั้นบนสุดจะต้องเป็นดิน ความหนาของเนื้อดินที่ผิวบนจะต้องไม่น้อยกว่า 30 ซม. และทำการปรับผิวด้วยการเกลี่ยดิน แล้วบดอัดให้แน่น (เมื่อแห้ง) ด้วยเครื่องกระทุ้ง ลูกกลิ้งหรือรถบดที่มีแรงกดไม่น้อยกว่า 3 ตัน ระดับดินเมื่อบดอัดเรียบร้อยแล้ว จะต้องสูงกว่าระดับดินที่กำหนดให้ประมาณ 5 ซม. ทุกจุด

(3) การถมที่ในบริเวณที่จะทำการก่อสร้างถนน จะต้องทำการบดอัดแน่นตามที่ระบุไว้ในหัวข้องานถนน

ง. การทดสอบ ให้ผู้รับจ้างจัดหาเครื่องมือ อุปกรณ์อื่น ๆ สำหรับทำการทดสอบความแน่นของดินของแต่ละชั้นที่ได้บดอัดเรียบร้อยแล้ว 1 จุดต่อพื้นที่ไม่เกิน 500 ตารางเมตร ตามมาตรฐานการทดสอบของ AASHTO TEST T - 147 หรือ ASTM D – 1556 เฉพาะงานถนนเท่านั้น

4.การขุดและการถมสำหรับการก่อสร้าง

ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมคนงานและเครื่องมือที่เหมาะสมกับงานขุด และงานถม สำหรับการก่อสร้างฐานรากของอาคาร ห้องใต้ดิน ฯลฯ ตลอดจนการสร้างค้ำยันผนังกันดิน การสูบน้ำออกจากหลุมที่ขุด การถมดินกลบหลังจากการก่อสร้างดังกล่าวแล้วเสร็จ และการนำวัสดุที่ขุดขึ้นมาซึ่งใช้ประโยชน์ต่อไปไม่ได้ออกไปทิ้งนอกสถานที่ก่อสร้าง

ก. การขุด

(1) ก่อนทำการขุด ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อนล่วงหน้าในเวลาพอสมควรเพื่อทำการตรวจสอบตำแหน่งที่จะทำการขุดให้ถูกต้อง

(2) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และจัดทำค้ำยัน นั่งร้าน ผนังกันดิน สำหรับการขุดทุกชนิดเพื่อป้องกันมิให้หลุมขุดเกิดการพังทลายขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบแสดงวิธีการค้ำยัน นั่งร้านผนังกันดิน ที่จะใช้งานให้วิศวกรผู้ควบคุมงานเห็นชอบก่อนดำเนินงาน อย่างไรก็ตามผู้รับจ้างจะยังคงรับผิดชอบในความมั่นคง แข็งแรงของค้ำยัน นั่งร้าน ผนังกันดินที่ได้ออกแบบ และเสนอมาหากมีอุบัติเหตุหรืออันตรายเกิดขึ้นกับบุคคลในบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง

(3) พื้นดินบริเวณที่ติดกับโครงสร้าง ไม่ควรได้รับความกระทบกระเทือนให้เสียคุณสมบัติ ของดินเดิมนอกจากจะได้รับความยินยอมจากวิศวกรผู้ควบคุมงานเสียก่อน

(4) การสูบน้ำออกจากหลุมขุดสำหรับฐานรากหรือโครงสร้างใด ๆ จะต้องกระทำในลักษณะที่การไหลของน้ำ จะไม่เซาะขอบของคอนกรีตที่จะหล่อลงไปก่อนการเทคอนกรีตหรือในระหว่างการเทคอนกรีตก้นหลุมของโครงสร้างจะต้องสูบน้ำออกให้แห้งมากที่สุดเท่าที่ทำได้

(5) หลังจากการขุดแต่ละงานเสร็จสิ้นลง ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งวิศวกรผู้ควบคุมงานเพื่อทำการตรวจสอบและอนุมัติ รูปร่าง ความลึกและลักษณะของดินที่ก้นหลุมเสียก่อน จึงจะดำเนินการอย่างอื่นต่อไปได้

(6) ในการขุดหลุมเพื่อการก่อสร้างฐานรากของอาคาร จะต้องระมัดระวังไม่ให้ดินก้นหลุมถูกกระทบกระเทือนมากนัก ถ้าพบว่าลักษณะดินก้นหลุมอ่อนเกินไป ให้อยู่ในดุลยพินิจของวิศวกรผู้ควบคุมงานที่สั่งให้ขุดดินอ่อนออกไป แล้วถมกลับด้วยวัสดุที่เหมาะสม จนถึงระดับที่จะก่อสร้างฐานราก โดยทำการบดอัดแน่น วัสดุที่ถมเป็นชั้น ๆ มีความหนาชั้นละ 15 ซม. ความแน่นของการบดอัดจะกำหนดโดยวิศวกรผู้ควบคุมงาน

(7) ถ้าวัสดุที่ขุดขึ้นมามีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ถมที่ หรือถมทำคันดินที่ถนนผู้รับจ้างจะต้องขนวัสดุนั้นไปกองไว้ในบริเวณที่จัดไว้ให้เรียบร้อย วัสดุที่ไม่มีประโยชน์จะต้องนำออกไปทิ้งนอกบริเวณก่อสร้าง

ข. การถม

(1) วัสดุที่ใช้ถมจะต้องเป็นดินเหนียว หรือดินร่วน หรือทราย ซึ่งสามารถทำการบดอัดแน่นได้ และจะต้องไม่มีเศษขยะ วัชพืช หรือสารเคมี

(2) ช่องว่างที่มีภายในหลุมขุด หลังจากทำการก่อสร้างฐานราก หรือโครงสร้างอื่น ๆ แล้วเสร็จ ผู้รับจ้างจะต้องถมช่องว่างนั้นด้วยวัสดุตามที่กล่าวข้างต้น

(3) การถมซึ่งมิได้เป็นการถมทำฐานรับถนน ผู้รับจ้างจะต้องทำการถมด้วยวัสดุถมและบดอัดแน่นเป็นชั้น ๆ โดยแต่ละชั้นจะต้องมีความหนาไม่เกิน 25 ซม. (วัดเมื่อยังไม่ได้ทำการบดอัดแน่น) เมื่อทำการบดอัดแน่นแล้ว จะต้องมีความแน่นของดินเดิมที่อยู่ใกล้เคียง หรือที่กำหนดไว้ในแบบ

(4) การบดอัดแน่นของวัสดุถมในแต่ละชั้น จะต้องให้มีความชื้นโดยการรดน้ำให้สม่ำเสมอการบดอัดแน่นด้วยมือจะกระทำได้ ต่อเมื่อวิศวกรผู้ควบคุมงานอนุมัติให้ทำได้เท่านั้นห้ามใช้น้ำฉีดหรือวิธีการบดอัดอื่น ๆ ด้วยแรงดันของน้ำ การบดอัดใกล้ฐานรากหรือโครงสร้างต้องระวังไม่ได้แรงบดอัดมากเกินไป

(5) การถมดินรอบอาคาร จะต้องถมดินจากขอบทางเท้า หรือรางระบายน้ำรอบอาคารเอียงลาด 1 ต่อ 2 (แนวดิ่ง 1 ส่วนต่อแนวนอน 2 ส่วน) ลงสู่ระดับดินพร้อมตกแต่ง และบดอัดจนเรียบ

(6) การถมดินหลังท่อและการบดอัด

(I) สำหรับท่อที่อยู่ในผิวจราจร ให้ถมหลังท่อด้วยทรายถมที่สะอาด เป็นชั้น ๆ

(ความหนาหลวมตัวก่อนบดอัด) ตามความยาวของท่อ และบดอัดด้วยเครื่องมือที่เหมาะสมให้มีความหนาแน่น (เมื่อแห้ง) จนถึงระดับที่จะทำพื้นฐาน

(II) สำหรับท่อที่อยู่ในทางเท้าหรือที่อื่น ๆ ให้ถมข้างท่อ และหลังท่อด้วยทรายถมตามมาตรฐานจนเหนือหลังท่อขึ้นมาไม่น้อยกว่า 30 ซม. หรือตามสภาพแล้วจึงถมด้วยทรายเป็นชั้น ๆ ตามความยาวของท่อบดอัดแน่นเป็นชั้น ๆ ด้วยเครื่องกระทุ้งหรือรถบด จนถึงระดับที่จะใส่พื้นฐานของทางเท้า

5.งานถนน

ก. การขุดดินเพื่อการสร้างถนน

ผู้รับจ้างจะต้องทำการขุดดินแต่งพื้นในเขตถนน เพื่อให้ได้แนวทางและระดับตามกำหนดในแบบและทำการเคลื่อนย้ายวัสดุต่าง ๆ ที่ไม่พึงประสงค์จากบริเวณก่อสร้างโดยจะต้องดำเนินการตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) วัสดุต่าง ๆ ที่ขุดออกและอยู่ในเกณฑ์ที่จะใช้งานต่อไปได้ให้นำไปกองไว้ ณ ที่ ๆ กำหนดให้หรือในบริเวณที่จะทำการถมดิน

(2) การขุดดินจะต้องให้ได้รูปร่างตามรูปตัด และได้แนวทางตามกำหนดในแบบ

(3) ในระหว่างการดำเนินการขุดดินพื้นชั้นล่าง (SUBGRADE) ของถนนต้องตกแต่งลาดให้อยู่ในลักษณะที่ระบายน้ำได้ตลอดเวลาหรืออาจขุดเป็นรางน้ำหรือร่องน้ำก็ได้

(4) การขุดดินถึงระดับที่กำหนดให้ในแบบ ห้ามขุดเกินกว่าที่กำหนด นอกจากจะได้รับอนุญาตจากวิศวกรผู้ควบคุมงาน และการตกแต่งลาดต้องดำเนินการให้ได้รูปร่าง ตามรูปตัด

(5) เมื่อขุดดินถึงระดับที่กำหนดให้ในแบบแล้ว ปรากฏว่าดินชั้นนั้น ๆ ไม่เหมาะสมหรือไม่มีเสถียรภาพเพียงพอที่จะเป็นพื้นชั้นล่าง (SUBGRADE) ของถนนให้ขุดออกไม่น้อยกว่า 50 ซม. และนำวัสดุที่เหมาะสมมาใส่แทน

(6) เมื่อขุดดินถึงระดับที่กำหนดให้แล้ว จึงจะดำเนินการตกแต่ง และสร้างพื้นชั้นล่างของถนนต่อไปได้

ข. การถมดินเพื่อการก่อสร้างถนน

ผู้รับจ้างจะต้องทำการถมดินซึ่งใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติตามกำหนด บดอัดแน่นให้ได้ระดับแนวทางที่กำหนดไว้ในแบบโดยดำเนินการดังต่อไปนี้

(1) ในบริเวณที่ทำการถมดิน จะต้องได้รับการตรวจสอบจากวิศวกรผู้ควบคุมงานเสียก่อนว่าได้ทำการตระเตรียมไว้อย่างเรียบร้อยแล้วหรือไม่ในเรื่องการปรับพื้น

(2) ในกรณีที่จะทำการถมบนถนนเดิม จะต้องขุดผิวถนนเดิมนั้น ออกย่อยเป็นก้อนเล็ก เพื่อให้มีการยึดเหนี่ยวระหว่างวัสดุเดิมและวัสดุใหม่

(3) วัสดุที่ใช้ถมจะต้องเป็นวัสดุที่เหมาะสมจากบริเวณที่ก่อสร้าง หรือจากบริเวณอื่นที่ได้รับการอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงาน ตามหลักเกณฑ์เปอร์เซ็นต์มากที่สุดของวัสดุผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ได้ 20 เปอร์เซ็นต์ และวัสดุต้องปราศจากวัชพืช เศษขยะ หรือสารเคมีเจือปน

(4) การถมดินจะต้องเกลี่ยเป็นชั้น ๆ ให้กว้างเต็มบริเวณที่จะทำการถมแต่ละชั้นหนาไม่เกิน 15 ซม. (ความหนาหลวมตัวก่อนบดอัด) นอกจากในกรณีที่ถมในคลองเดิมให้ถมเป็นชั้น ๆ แต่ละชั้นหนาเพียงให้พยุงเครื่องมือที่ใช้บดอัดได้ และบดอัดชั้นต่อ ๆ ไปได้ ทั้งนี้วิศวกรผู้ควบคุมงานอาจจะอนุญาตให้ทำการถมบดอัดดิน แต่ละชั้นหนากว่ากำหนดดังกล่าวได้ หากผู้รับจ้างใช้เครื่องบดอัดที่มี COMPACTIVE EFFORT สูงกว่าปกติโดยให้วินิจฉัยด้วยการทดสอบเป็นหลักการ

(5) การถมดินแต่ละชั้น จะต้องแต่งลาดให้อยู่ในลักษณะที่จะระบายน้ำได้ตลอดเวลา

(6) แต่ละชั้นของดินถมจะต้องบดอัดให้มีความแน่นและควบคุมความชุ่มชื้นให้สม่ำเสมอกันด้วยเครื่องมือกลที่วิศวกรผู้ควบคุมงานเห็นว่า เหมาะสมกับประเภทของดินนั้น ๆ ในระหว่างการบดอัดดินจะต้องมีความใกล้เคียงกับผลการทดลอง การบดอัดดินในห้องปฏิบัติการทดลองดินถมแต่ละชั้นต้องบดอัดให้แน่นได้ความแน่นของดินในสนามไม่น้อยกว่า 95% ตามมาตรฐานหรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ

(7) ในบริเวณซึ่งรถบดไม่สามารถเข้าทำการบดอัดได้ ให้ถมดินบดด้วยเครื่องกระทุ้งเป็นชั้น ๆ แต่ละชั้นหนาไม่เกิน 10 ซม. (ความหนาหลวมตัวก่อนบดอัด) และจะต้องบดอัดให้ได้ความแน่นสัมพัทธ์ของดินในสนามไม่ต่ำกว่าที่กำหนดใน (6)

(8) ในการถมดินและบดอัด ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในข้อเสียหายต่าง ๆ อันเกิดจากการใช้เครื่องมือในการขนย้าย เกลี่ยวัตถุและเครื่องมือบดอัดต่อทรัพย์สินต่าง ๆ ในบริเวณที่ทำการก่อสร้างและบริเวณใกล้เคียง

(9) เมื่อถมดินพื้นชั้นล่างของถนน (SUBGRADE) จะต้องตกแต่งให้ได้รูปร่างลักษณะโค้งลาดตามที่กำหนดในแบบ ยอมให้มีการคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 1 ซม.

(10) ในการทดสอบ ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดเตรียมแรงงาน อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้และ อื่น ๆ ที่ใช้ในการทดสอบความแน่นสัมพัทธ์ 1 จุดต่อพื้นที่ไม่เกิน 500 ตารางเมตรหรือ 1 จุดต่อระยะไม่เกิน 50 เมตร ตามความยาวของถนน โดยถือจำนวนจุดซึ่งจะต้องทดสอบที่ให้ค่ามากกว่าเป็นเกณฑ์ของการบดอัดแต่ละชั้น ถ้าผลการทดสอบไม่ได้ความแน่นสัมพัทธ์ตามที่กำหนดไว้ ผู้รับจ้างจะต้องทำการบดอัดจะกระทั่งได้ความแน่นสัมพัทธ์ ตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบหรือตามข้อกำหนดนี้

ค. การสร้างชั้นพื้นฐานของถนน

ผู้รับจ้างจะต้องสร้างชั้นพื้นฐาน (BASE COURSE) ของถนนคอนกรีตและที่จอดรถ คันหินและอื่น ๆ ตามที่กำหนดในแบบบนพื้นชั้นล่างของถนน (SUBGRADE) ที่ได้เตรียมไว้แล้ว โดยดำเนินการดังต่อไปนี้

(1) ก่อนที่จะลงมือทำการสร้างชั้นพื้นฐานของถนน พื้นชั้นล่างที่ได้เตรียมไว้แล้วจะต้องได้รับการตรวจสอบว่าอยู่ในสภาพเรียบร้อยโดยได้บดอัดแน่นด้วยวัสดุที่กำหนดให้ได้ระดับแนวทางตามที่กำหนดในแบบและรายการมาตรฐานว่าด้วยงานดินและได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อน

(2) วัสดุที่ใช้เป็นชั้นพื้นฐานของถนนจะต้องมีคุณสมบัติตามที่กำหนดไว้ในแบบและมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

(I) ปราศจากอินทรีย์วัตถุ เช่น ใบไม้ รากไม้ หญ้า ขยะ และสิ่งปฏิกูล อื่น ๆ

(II) จะต้องเป็นวัสดุธรรมชาติ หรือวัสดุผสมที่ส่วนคละของขนาดเล็กดังนี้คือ

ขนาดของตะแกรงร่อน	% ของขนาดเมล็ดที่ผ่านตะแกรงขนาดต่าง ๆ			
	A	B	C	D
2”	100	100	-	-
1”	-	-	100	100
3/8”	30 - 56	40 - 75	50 - 85	60 - 100
NO. 10	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
NO. 40	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 40
NO. 200	2 - 8	5 - 20	5 - 15	5 - 20

(III) จะต้องมีจุดความเหลวตัว (LIQUID LIMIT) ไม่เกิน 25% ดัชนีของความเหนียว (PLASTICITY INDEX) ไม่เกิน 6%

(IV) จะต้องมีค่าความต้านทานรับน้ำหนักโดยมีค่า CBR ไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ

(3) วัสดุที่ได้รับอนุญาตให้ใช้เป็นชั้นพื้นฐาน จะต้องนำมาเทบนพื้นชั้นล่างซึ่งเตรียมไว้แล้วเกลี่ยเป็นชั้น ๆ ตามความหนาที่แสดงไว้ในแบบการเกลี่ยต้องเกลี่ยเป็นแนวและเป็นชั้นสม่ำเสมอกัน แต่ละชั้นต้องหนาไม่เกิน 15 ซม. และบดอัดให้แน่นตามกำหนดทีละชั้นให้เรียบร้อย

(4) ให้บดอัดชั้นพื้นฐานของถนน ซึ่งเกลี่ยใส่ไว้เรียบร้อยและแต่ละชั้นด้วยเครื่องมือกลที่เหมาะสมและได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ควบคุมงาน ถ้าใช้รถบดจะต้องวิ่งด้วยอัตราไม่เกิน 10 กม. ต่อชั่วโมง ในระหว่างการบดอัดจะต้องมีความชื้นถูกต้องตามที่กำหนดให้จากผลการทดลองการบดอัดดินด้วยวิธีการมาตรฐานในห้องปฏิบัติการทดลองดินชั้นพื้นฐานและรองพื้นฐานของถนนแต่ละชั้นต้องบดอัดแน่นให้มีความแน่นสัมพัทธ์ไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในแบบ

(5) ในบริเวณซึ่งรถบดไม่สามารถเข้าบดอัดได้ ให้เกลี่ยใส่วัสดุชั้นพื้นฐานถนนและบดอัดเป็นชั้น ๆ แต่ละชั้นหนาไม่เกิน 10 ซม. และจะต้องได้ความแน่นสัมพัทธ์ไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ

(6) ในระหว่างการเกลี่ยใส่วัสดุและบดอัดชั้นพื้นฐานของถนนแต่ละชั้นดังกล่าวแล้ว อาจมีอุปสรรคเกิดขึ้น และทำให้งานชะงักเป็นการชั่วคราวผู้รับจ้างจะต้องแต่งดินเป็นแนวลาด เพื่อจัดเตรียมไว้ให้สะดวกต่อการระบายน้ำ อยู่ตลอดเวลา

(7) ผิวหน้าของพื้นฐานของถนน จะต้องได้รับการตกแต่งให้มีรูปลักษณะตามที่ปรากฏในแบบถนน ผิวหน้าจะต้องได้ระดับลาดโค้งตามที่กำหนดตลอด โดยอนุโลมให้ผิดได้ไม่เกิน 1 ซม.

(8) ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมการสร้างชั้นพื้นฐานของถนนให้แล้วเสร็จเป็นการล่วงหน้า มีความยาวพอควร ก่อนที่จะสร้างผิวถนน ซึ่งวิศวกรผู้ควบคุมงานอาจสั่งให้หยุดงานได้ถ้าเห็นผู้รับจ้างมิได้เตรียมการไว้ล่วงหน้าดังกล่าวแล้ว

(9) ในการทดสอบ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดเตรียมแรงงาน อุปกรณ์เครื่องมือ เครื่องใช้และอื่น ๆ ที่ใช้ในการทดสอบที่วิศวกรผู้ควบคุมงานเห็นว่าจำเป็น และการทดสอบความแน่นสัมพัทธ์ตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบ

3.3 งานเตรียมฐานราก

1.ขอบเขตของงาน

ก. ผู้รับจ้างก่อสร้างต้องเป็นผู้วางแนว และกำหนดระดับอ้างอิงของโครงการ แนวถนน อาคารประกอบที่เกี่ยวข้อง แนวรั้วรอบบริเวณและจัดทำแบบผังโครงอาคารข้างต้น เพื่อเสนอผู้แทนผู้ว่าจ้างพิจารณาและดำเนินการขั้นตอนต่อไป

ข. ในกรณีที่มีการแยกงานระหว่างส่วนโครงสร้างอาคาร และงานเสาเข็มอาคาร ผู้รับจ้างก่อสร้าง จะต้องตรวจสอบแนว และระดับอ้างอิงต่าง ๆ ร่วมกับผู้รับจ้างตอกเสาเข็มอาคาร และสำรวจตำแหน่งเสาเข็มจากสภาพจริง โดยจัดทำเป็นแบบก่อสร้าง เสนอให้ผู้แทนผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณาอนุมัติ พร้อมกับงานเปิดฐานรากอาคาร

ค. ผู้รับจ้างก่อสร้างจะต้องจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะงาน ตลอดจนแรงงานและสิ่งอื่นใดที่จำเป็นสำหรับงานเตรียมฐานราก รั้วชั่วคราว และป้ายปิดประกาศแสดงขอบ เขตพื้นที่สำหรับการทำงานก่อสร้าง

ง. ผู้รับจ้างก่อสร้างจะต้องรับผิดชอบต่องานขุดดิน การป้องกันดิน ป้องกันน้ำ การถมปรับระดับพื้นที่

2.ทั่วไป

ก. ผู้รับจ้างก่อสร้างจะต้องระมัดระวังในการทำงาน การทำ SHEET PILE ที่ติดกับอาคารข้างเคียง การขุดเปิดงานดินที่จะมีผลต่อตำแหน่งเสาเข็ม หรือฐานรากวางบนดิน ความเสียหายที่เกิดขึ้นจากเหตุที่ผู้รับจ้างก่อสร้างขาดประสบการณ์ หรือใช้อุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสมทำงาน ผู้รับจ้างก่อสร้างจะต้องทำการแก้ไขเพื่อให้ได้ความแข็งแรงตามที่ออกแบบ

ข. การเตรียมงานดินในระดับหัวเสาเข็ม หรือพื้นฐานราก การเทคอนกรีตหยาบ การทำงานคอนกรีตเสริมเหล็กต้องเสนอแผนงานให้ผู้แทนผู้ว่าจ้าง พิจารณาเห็นชอบก่อนดำเนินการจริง

3.การสกัดหัวเสาเข็ม

ก. ผู้รับจ้างจะต้องตัดคอนกรีตหัวเสาเข็ม และจัดเหล็กเสริมฝังในคอนกรีตฐานรากให้ได้ตามแบบที่แสดง

ข. กรณีที่หัวเสาเข็มอยู่ต่ำกว่าระดับที่กำหนด ผู้รับจ้างก่อสร้าง จะต้องทำการหล่อเสาเข็มเพิ่มเติมตามรายละเอียดที่ผู้แทนผู้ว่าจ้างเห็นชอบ หรือสกัดหัวเสาเข็มของฐานรากเดียวกันให้ได้ระดับ

ค. ค่าใช้จ่ายในการตัด และขนย้ายเสาเข็มออกจากบริเวณก่อสร้าง ไปยังตำแหน่งที่ตัวแทนผู้ว่าจ้างเห็นชอบ เป็นของผู้รับจ้างก่อสร้าง

ง. หัวเสาเข็มที่ปรับแต่งจะต้องได้ระดับ และคอนกรีตมีคุณภาพที่ดี ซึ่งจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้แทนผู้ว่าจ้าง ก่อนดำเนินการก่อสร้างในขั้นตอนต่อไป

4.การเตรียมงานฐานราก

ก. การเททรายหยาบปรับพื้นที่ เพื่อเทคอนกรีตหยาบ จะต้องป้องกันน้ำ ให้พื้นที่บริเวณที่จะก่อสร้างเหมาะสมสำหรับการทำงาน

ข. การเทคอนกรีตหยาบ จะต้องป้องกันน้ำมิให้เข้ามาในฐานราก ความหนาของคอนกรีตหยาบต้องถูกต้องตามแบบ การเสริมเหล็กพิเศษ เพื่อป้องกันการแตกของแผ่นคอนกรีต เป็นภาระและหน้าที่ของผู้รับจ้างก่อสร้าง จะต้องปฏิบัติ หากผู้แทนผู้ว่าจ้างเห็นสมควรให้ทำเมื่อพิจารณาจากแผนงานที่เสนอ

ค. การจัดเหล็กเสริมและไม้แบบ จะต้องมั่นคงแข็งแรงต่อแรงกระแทกของคอนกรีต ส่วนของเหล็กเสริมที่ติดกับพื้นคอนกรีตหยาบ หรือแบบจะต้องมีลูกปูนยึดเป็นระยะที่เหมาะสม หรือใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ตัวแทนผู้ว่าจ้างเห็นชอบ

ง. การเทคอนกรีตฐานรากที่มีความหนามากกว่า 2.50 ม. จะต้องแบ่งการเทคอนกรีตฐานรากเป็น 2 ชั้น เป็นอย่างน้อย และมีการเสริมเหล็กพิเศษสำหรับรอยต่อคอนกรีตแต่ละชั้น ซึ่งผู้รับจ้างก่อสร้าง จะต้องเสนอแบบวิธีการทำงานให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนก่อสร้าง กรณีที่พิเศษกว่าที่กำหนด ให้ผู้รับจ้างก่อสร้างเสนอวิธีการทำงานต่อผู้แทนผู้ว่าจ้างก่อนเริ่มงานดิน

จ. คุณสมบัติของคอนกรีต เหล็กเสริม และการทำไม้แบบ จะต้องสอดคล้องกับงานหมวดดังกล่าว

3.4 งานแบบหล่อและค้ำยัน

1.ขอบเขตของงาน

ก. ผู้รับจ้างก่อสร้าง จะต้องเป็นผู้จัดหา วัสดุ อุปกรณ์ ผู้เชี่ยวชาญ ช่างฝีมือเฉพาะงานมาปฏิบัติงาน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของงานตามที่กำหนดไว้

ข. วัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้งาน จะต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน มีคุณภาพดี ยกเว้นถ้าในกรณีที่จะนำวัสดุและอุปกรณ์เก่ามาใช้ วัสดุอุปกรณ์ที่นำมาต้องไม่สึกหรอ ผุกร่อน บิด โค้ง โก่ง งอ หรือมีสิ่งที่ไม่ต้องการติดมา โดยผู้แทนผู้ว่าจ้างเห็นชอบแล้ว

ค. ไม้แบบหล่อคอนกรีตของงานโครงสร้าง สถาปัตยกรรม สุขาภิบาล ไฟฟ้า และปรับอากาศ ต้องปฏิบัติตามหมวดนี้

ง. ผู้รับจ้างก่อสร้าง จะต้องปฏิบัติตามกฎหมายควบคุมที่ระบุถึง หรือเกี่ยวข้องกับแบบหล่อและค้ำยันสำหรับงานก่อสร้าง

จ. ระบบหรือวิธีการทำแบบหล่อ หรือค้ำยันที่นอกเหนือจากที่ระบุท้ายนี้ ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งขออนุมัติจากผู้แทนผู้ว่าจ้างก่อนนำมาใช้งาน

2.การคำนวณออกแบบ

ก. การวิเคราะห์

ผู้รับจ้างจะต้องเป็นฝ่ายคำนวณออกแบบงานหล่อ โดยต้องคำนึงถึงการโก่งตัวขององค์อาคารต่าง ๆ อย่างระมัดระวังและต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อน จึงจะนำไปใช้ก่อสร้างได้

ข. ค้ำยัน

(1) เมื่อใช้ค้ำยัน การต่อหรือวิธีการค้ำยันซึ่งมีการจดทะเบียนสิทธิบัตรไว้ จะต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำของผู้ผลิตเกี่ยวกับความสามารถในการรับน้ำหนักอย่างเคร่งครัด และผู้คำนวณออกแบบก็จะต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำของผู้ผลิตในเรื่องการยึดโยง และน้ำหนักบรรทุกปลอดภัย สำหรับช่วงความยาวต่าง ๆ ระหว่างที่ยึดของค้ำยัน

(2) ห้ามใช้การต่อค้ำยันแบบทาบในสนามเกินกว่าอันสลับอันสำหรับค้ำยันใต้แผ่นพื้น หรือไม่เกินทุก ๆ สามอันสำหรับค้ำยันใต้คาน และไม่ควรต่อค้ำยันเกินกว่าหนึ่งแห่งนอกจากจะมีการยึดทแยงที่จุดต่อทุก ๆ แห่ง การต่อค้ำยันดังกล่าวจะต้องกระจายให้สม่ำเสมอทั่วไปเท่าที่จะทำได้ รอยต่อจะต้องไม่อยู่ใกล้กับกึ่งกลางของตัวค้ำยันโดยไม่มีที่ยึดด้านข้างหรือกึ่งกลางระหว่างจุดยึดด้านข้างทั้งนี้เพื่อป้องกันการโก่ง

(3) จะต้องคำนวณออกแบบรอยต่อให้สามารถต้านทานการโก่งและการดัดเช่นเดียวกับองค์อาคารที่รับแรงอัดอื่น ๆ สำหรับค้ำยันที่ทำด้วยไม้ วัสดุที่ใช้ต่อค้ำยันจะต้องไม่สั้นกว่าหนึ่งเมตร

ค. การยึดทแยง

ระบบแบบหล่อจะต้องคำนวณออกแบบให้ถ่ายแรงทางข้างลงสู่พื้นดินในลักษณะที่ปลอดภัยตลอดเวลา จะต้องจัดให้มีการยึดทแยงทั้งในระนาบดิ่งและระนาบราบตามต้องการ เพื่อให้มีสติฟเนสสูง และเพื่อป้องกันการโก่งไม่ให้มากเกินไป

ง. ฐานสำหรับงานแบบหล่อ

จะต้องคำนวณออกแบบฐาน ซึ่งจะเป็นชนิดวางบนโครงสร้างบนดิน ฐานแผ่หรือมีเสาเข็มรองรับให้ถูกต้องและเหมาะสม

จ. การทรุดตัว

แบบหล่อจะต้องสร้างให้สามารถปรับระดับทางแนวดิ่งได้ เพื่อให้สามารถชดเชยกับการทรุดตัวที่อาจเกิดขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการทรุดตัวน้อยที่สุดเมื่อรับน้ำหนักเต็มที่ ในกรณีที่ใช้ไม้ต้องพยายามให้มีจำนวนรอยต่อทางแนวราบน้อยที่สุด โดยเฉพาะจำนวนรอยต่อซึ่งแนวเสี้ยนบรรจบบนแนวเสี้ยนด้านข้าง ซึ่งอาจใช้ลิ่มสอดที่ยอดหรือปลายด้านล่างของค้ำยันแห่งใดแห่งหนึ่ง แต่จะใช้ทั้งสองปลายไม่ได้ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถปรับแก้การทรุดตัวที่ไม่สม่ำเสมอทางแนวดิ่งได้ หรือเพื่อสะดวกในการถอดแบบ

3.รูปแบบ

ก. การอนุมัติโดยวิศวกรผู้ควบคุมงาน

ในกรณีที่กำหนดไว้ก่อนที่จะลงมือสร้างแบบหล่อผู้รับจ้างจะต้องส่งรูปแบบแสดงรายละเอียดของงานแบบหล่อเพื่อให้วิศวกรผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อน หากผู้ควบคุมงานเห็นว่าแบบดังกล่าวยังไม่แข็งแรงพอหรือยังมีข้อบกพร่อง ผู้รับจ้างจะต้องจัดการแก้ไขตามที่วิศวกรผู้ควบคุมงานแนะนำจนเสร็จก่อนที่จะเริ่มงาน และการที่วิศวกรผู้ควบคุมงานอนุมัติในแบบที่เสนอหรือที่แก้ไขมาแล้ว มิได้หมายความว่า ผู้รับจ้างจะหมดความรับผิดชอบที่จะต้องทำการก่อสร้างให้ดีและดูแลรักษาให้แบบหล่ออยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดีตลอดเวลา

ข. สมมติฐานในการคำนวณออกแบบ

ในรูปแบบสำหรับแบบหล่อจะต้องแสดงค่าต่าง ๆ ที่สำคัญ ตลอดจนสภาพการบรรทุกน้ำหนักรวมทั้งน้ำหนักบรรทุกจร อัตราการบรรทุก ความสูงของคอนกรีตที่จะปล่อยลงมา น้ำหนักอุปกรณ์เคลื่อนที่ซึ่งอาจต้องทำงานบนแบบหล่อ แรงดันฐาน หน่วยแรงต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณออกแบบและข้อมูลที่สำคัญอื่น ๆ

ค. รายการต่าง ๆ ที่ต้องปรากฏในรูปแบบ

รูปแบบสำหรับงานแบบหล่อจะต้องมีรายละเอียดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

(1) สมอ ค้ำยันและการยึดโยง

(2) แผ่นกั้นน้ำ ร่องลิ้น และสิ่งที่จะต้องสอดไว้

(3) นั่งร้าน

(4) รอยต่อระหว่างก่อสร้าง และรอยต่อเผื่อการขยายตัว ตามที่ระบุในแบบ

(5) แถบมนสำหรับมุมที่ไม่ฉาบ (เปลือย)

(6) การยกท้องคานและพื้นกันแอ่น

(7) การเคลือบผิวแบบหล่อ

(8) รายละเอียดในการค้ำยัน

4.การก่อสร้าง

ก. ทั่วไป

(1) แบบหล่อจะต้องได้รับการตรวจและอนุมัติก่อนจึงจะเรียงเหล็กเสริมได้

(2) แบบหล่อจะต้องแน่นเพียงพอที่จะป้องกันไม่ให้มอร์ต้าจากคอนกรีตไหลออกมา

(3) แบบหล่อจะต้องสะอาดปราศจากฝุ่น มอร์ต้า และสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ ในกรณีที่ไม่สามารถเข้าถึงก้นแบบจากภายในได้จะต้องจัดช่องเปิดไว้เพื่อให้สามารถขจัดสิ่งที่ไม่ต้องการต่าง ๆ ออกก่อนเทคอนกรีต

(4) ห้ามนำแบบหล่อที่ชำรุดจากการใช้งานครั้งหลังสุด จนถึงขั้นที่อาจทำลายผิวหน้าหรือคุณภาพคอนกรีตได้มาใช้อีก

(5) ให้หลีกเลี่ยงการบรรทุกน้ำหนัก เช่น การกองวัสดุ ห้ามโยนของหนัก ๆ เช่น มวลรวม ไม้กระดาน เหล็กเสริม หรืออื่น ๆ ลงบนคอนกรีตที่เทใหม่ ๆ และยังไม่มีกำลังสูงพอ

(6) ห้ามโยนหรือกองวัสดุก่อสร้างแบบหล่อ ในลักษณะที่จะทำให้แบบหล่อนั้นชำรุดหรือเป็นการเพิ่มน้ำหนักมากเกินไป

ข. ฝีมือ

ให้ระมัดระวังเป็นพิเศษในข้อต่อไปนี้ เพื่อให้แน่ใจว่าจะได้งานที่ฝีมือดี

(1) รอยต่อของค้ำยัน

(2) การสลับรอยต่อในแผ่นไม้อัดและการยึดโยง

(3) การรองรับค้ำยันที่ถูกต้อง

(4) จำนวนเหล็กเส้นสำหรับยึด หรือที่จับและตำแหน่งที่เหมาะสม

(5) การขันเหล็กเส้นสำหรับยึด หรือที่จับให้ตึงพอดี

(6) ในกรณีที่วางค้ำยันบนดินอ่อน แรงแบกทานใต้ชั้นดินอ่อนนั้นจะต้องสูงพอ

(7) การต่อค้ำยันกับจุดร่วมจะต้องแข็งแรงพอที่จะต้านแรงยกหรือแรงบิด ณ จุดร่วมนั้น ๆ ได้

(8) การเคลือบผิวแบบหล่อจะต้องกระทำก่อนเรียงเหล็กเสริมและจะต้องไม่ใช้ในปริมาณมากเกินไป จนทำให้เหล็กเปรอะเปื้อน

(9) รายละเอียดของรอยต่อสำหรับควบคุม และรอยต่อระหว่างก่อสร้าง

ค. ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

(1) ความคลาดเคลื่อนจากแนวสายดิ่ง

ในแต่ละชั้น + 10 มม.

(2) ความคลาดเคลื่อนจากระดับหรือจากความลาดที่ระบุในแบบ

ในช่วง 10 เมตร + 15 มม.

(3) ความคลาดเคลื่อนของแนวอาคารจากแนวที่กำหนดในแบบและตำแหน่งเสาผนังและฝาประจันที่เกี่ยวข้อง

ในช่วง 10 เมตร + 20 มม.

(4) ความคลาดเคลื่อนของขนาดของหน้าตัดเสา และคาน และความหนาของแผ่นพื้นและผนัง

ลด 5 มม.

เพิ่ม 10 มม.

(5) ฐานราก

(I) ความคลาดเคลื่อนจากขนาดในแบบ

ลด 20 มม.

เพิ่ม 50 มม.

(II) ตำแหน่งผิวหรือระยะเฉศูนย์ + 50 มม.

(III) ความคลาดเคลื่อนในความหนา

ลด 25 มม.

เพิ่ม 100 มม.

(6) ความคลาดเคลื่อนของขั้นบันได

ลูกตั้ง 2.5 มม.

ลูกนอน 5 มม.

ง. งานปรับแบบหล่อ

(1) ก่อนเทคอนกรีต

(I) จะต้องติดตั้งอุปกรณ์สำหรับใช้ในการปรับการเคลื่อนตัวของแบบหล่อขณะเทคอนกรีต ไว้ที่แบบส่วนที่มีที่รองรับ

(II) หลังจากตรวจสอบขั้นสุดท้ายก่อนเทคอนกรีต จะต้องยึดลิ่มที่ใช้ในการจัดแบบหล่อให้ได้ที่แน่นหนา

(III) จะต้องยึดแบบหล่อกับค้ำยันข้างใต้ให้แน่นหนาพอที่จะไม่เกิดการเคลื่อนตัวทั้งทางด้านข้าง และด้านขึ้นลงของส่วนหนึ่งส่วนใดของแบบหล่อทั้งหมดขณะเทคอนกรีต

(IV) จะต้องเผื่อระดับและมุมมนไว้สำหรับรอยต่อต่าง ๆ ของแบบหล่อ การทรุดตัว การหดตัวของไม้ การแอ่นเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกคงที่และการหดตัวทางอีลาสติคขององค์อาคารในแบบหล่อ ตลอดจนการยกท้องคานและพื้นซึ่งกำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

(V) จะต้องจัดเตรียมวิธีปรับระดับ หรือแนวของค้ำยันในกรณีที่เกิดการทรุดตัวมากเกินไป เช่น ใช้ลิ่มหรือแม่แรง

(VI) ควรจัดทำทางเดินสำหรับเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เคลื่อนที่ได้ โดยทำขารองรับตามแต่จะต้องการ และต้องวางบนแบบหล่อหรือองค์อาคารที่เป็นโครงสร้างโดยตรง ไม่ควรวางบนเหล็กเสริม นอกจากจะทำที่รองรับเหล็กนั้นเป็นพิเศษ แบบหล่อจะต้องแข็งแรงพอเหมาะกับที่รองรับของทางเดินดังกล่าวโดยยอมให้เกิดการแอ่น ความคลาดเคลื่อนหรือการเคลื่อนตัวทางข้างไม่เกินค่าที่ยอมให้

(2) ระหว่างและหลังการเทคอนกรีต

(I) ในระหว่างและภายหลังการเทคอนกรีต จะต้องตรวจสอบระดับการยอกท้องคาน พื้น และการได้ดิ่งของระบบแบบหล่อ โดยใช้อุปกรณ์ตามข้อ (1) (I) หากจำเป็นให้รีบดำเนินการแก้ไขทันที ในระหว่างการก่อสร้างหากปรากฏว่าแบบหล่อเริ่มไม่แข็งแรง และแสดงให้เห็นว่าเกิดการทรุดตัวมากเกินไป หรือเกิดการโก่งบิดเบี้ยวแล้วให้หยุดงานทันทีหากเห็นว่าส่วนใดจะชำรุดตลอดไปก็ให้รื้อออกและเสริมแบบหล่อให้แข็งแรงยิ่งขึ้น

(II) จะต้องมีผู้คอยเฝ้าสังเกตแบบหล่ออยู่ตลอดเวลา เพื่อที่เมื่อเห็นว่าสมควรจะแก้ไขส่วนใดจะได้ดำเนินการได้ทันที ผู้ที่ทำหน้าที่นี้ต้องปฏิบัติงานโดยถือความปลอดภัยเป็นหลักสำคัญ

(III) การถอดแบบหล่อและที่รองรับจะต้องคงที่รองรับไว้กับที่เป็นเวลาไม่น้อยกว่าที่กำหนดข้างล่างนี้ โดยนับจากเวลาที่เทคอนกรีตแล้วเสร็จ ในกรณีที่ใช้ปูนซิเมนต์ชนิดให้กำลังสูงเร็วหรือใช้วิธีบ่มพิเศษอาจลดระยะเวลาดังกล่าวลงได้ตามความเห็นชอบของวิศวกรผู้ออกแบบ

ค้ำยันใต้คาน	14	วัน
ค้ำยันใต้แผ่นพื้น	14	วัน

ผนัง 12 ชั่วโมง

เสา 12 ชั่วโมง

ข้างคานและส่วนอื่น ๆ 24 ชั่วโมง

ในกรณีที่ผู้รับเหมาต้องการที่จะถอดแบบก่อนที่กำหนดไว้ ให้ทำข้อเสนอต่อวิศวกรผู้ออกแบบเพื่ออนุมัติโดยการหล่อลูกปูนเพิ่มขึ้นจากเดิมและ ทดสอบหากำลังอัดก่อนที่จะถอดแบบ อย่างไรก็ดี วิศวกรผู้ควบคุมงานอาจสั่งให้ยืดเวลาการถอดแบบออกไปอีกได้หากเห็นเป็นการสมควร

5.วัสดุสำหรับงานแบบหล่อ

ผู้รับเหมาอาจเลือกใช้วัสดุใดก็ได้ที่เหมาะสมในการทำแบบหล่อ แต่ผิวคอนกรีตที่ได้จะต้องตรงตามข้อ 6 ว่าด้วยการแต่งผิวคอนกรีตทุกประการ

6.การแต่งผิวคอนกรีต

ก. คอนกรีตสำหรับอาคาร

(1) การสร้างแบบหล่อ จะต้องมั่นคงพอที่เมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้ว จะอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องมีขนาดและลักษณะผิวตรงตามที่ระบุ ทั้งในข้อกำหนดและรูปแบบทางวิศวกรรมและหรือสถาปัตยกรรม

(2) สำหรับแผ่นพื้นหลังคารวมทั้งกันสาดและดาดฟ้า ห้ามขัดมันผิวเป็นอันขาด นอกจากในแบบจะระบุไว้

ข. การแต่งผิวถนนในบริเวณอาคาร

การแต่งผิวถนนคอนกรีตอาจใช้เครื่องมือ หรือเครื่องจักรกลก็ได้ในทันทีที่แต่งผิวเสร็จ ให้ตรวจสอบระดับด้วยไม้ตรงยาวประมาณ 3 เมตร ส่วนที่เว้าให้เติมด้วยคอนกรีตที่มีส่วนผสมเดียวกัน สำหรับส่วนที่โค้งนูนให้ตัดออกแล้วแต่งผิวใหม่ในขณะที่คอนกรีตยังไม่แข็งตัว

7.การแก้ไขผิวที่ไม่เรียบร้อย

ก. ทันทีที่ถอดแบบหล่อจะต้องทำการตรวจแบบ หากพบว่าผิวคอนกรีตไม่เรียบร้อยจะต้องแจ้งให้วิศวกรผู้ควบคุมงานทราบทันที พร้อมทั้งเสนอวิธีแก้ไขเมื่อวิศวกรผู้ควบคุมงานให้ความเห็นชอบวิธีการแก้ไขแล้วผู้รับเหมาต้องดำเนินการซ่อมในทันที

ข. หากปรากฏว่ามีการซ่อมแซมผิวคอนกรีตก่อนได้รับการตรวจสอบโดยวิศวกรผู้ควบคุมงาน คอนกรีตส่วนนั้นอาจถือเป็นคอนกรีตเสียก็ได้

8.งานนั่งร้าน

เพื่อความปลอดภัยผู้รับเหมาควรปฏิบัติตาม “ข้อกำหนดนั่งร้านงานก่อสร้างอาคาร” ในมาตรฐานความปลอดภัยของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ และต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างโดยเคร่งครัด

3.5 งานเหล็กเสริมคอนกรีต

1.ขอบเขตของงาน

ก. ผู้รับจ้างก่อสร้าง จะต้องเป็นผู้จัดหา วัสดุ อุปกรณ์ ช่างผู้ชำนาญงาน คนงาน โรงงาน และสิ่งที่จำเป็นสำหรับงานเหล็กเสริมคอนกรีต

ข. เหล็กเสริมคอนกรีตทั้งปวงที่ระบุ หมายถึง งานป้องกันสนิมด้วยวิธีการที่เหมาะสม และมีคุณสมบัติเหมาะสมกับการใช้งานของผู้ว่าจ้าง

ค. ผู้รับจ้างก่อสร้าง จะต้องจัดส่งตัวอย่างเหล็ก ข้อมูลทางเทคนิค ของผู้ผลิต ผลการทดสอบจากสถาบันที่รัฐรับรอง ให้ผู้แทนผู้ว่าจ้างเพื่อตรวจสอบ

ง. ผู้รับจ้างก่อสร้าง จะต้องจัดทำแบบขยาย เพื่อแสดงรายละเอียด ตามที่ผู้แทนผู้ว่าจ้างแนะนำ เพื่อให้การทำงาน และควบคุมคุณภาพถูกต้อง และไม่ผิดพลาด

จ. ผู้รับจ้างก่อสร้าง จะต้องจัดให้มีการตรวจสอบคุณภาพงาน การทดสอบ หากพบภายหลังว่าผลงานที่ก่อสร้างอาจไม่มั่นคง หรือมีข้อบกพร่อง อันเนื่องมาจากวัสดุที่ใช้หรือวิธีการปฏิบัติงานไม่เหมาะสม ผู้รับจ้างยังต้องรับผิดชอบแก้ไขงานส่วนนั้น ๆ ให้อยู่ในสภาพดี ปลอดภัย โดยไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมแต่อย่างใด

ฉ. ข้อกำหนดในหมวดนี้คลุมถึงงานทั่วไปเกี่ยวกับการจัดหา การตัด การดัด และการเรียงเหล็กเสริม ตามชนิดและชั้นที่ระบุไว้ในแบบและในบทกำหนดนี้ งานที่ทำจะต้องตรงตาม แบบททกำหนดและตามคำแนะนำของวิศวกรผู้ควบคุมงานอย่างเคร่งครัด

ช. รายละเอียดเกี่ยวกับกับเหล็กเสริมคอนกรีต ซึ่งมิได้ระบุในแบบและบทกำหนดนี้ให้ถือปฏิบัติตาม “มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมคอนกรีต” ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ ที่ 1007-34 ทุกประการ

2.วัสดุ

คุณภาพของเหล็กที่ใช้เสริมคอนกรีตจะต้องตรงตามเกณฑ์กำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไทยทั้ง ขนาด น้ำหนัก และคุณสมบัติอื่น ๆ สำหรับพื้นที่หน้าตัดของเหล็กเสริมโดยเฉลี่ยแล้วจะต้องเท่ากับที่คำนวณได้จากเส้นผ่าศูนย์กลางที่กำหนดในแบบจริง ๆ เช่น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มม. จะต้องมีพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 113.1 ตร.มม. แต่เส้นผ่าศูนย์กลางยอมให้คลาดเคลื่อนได้ตามมาตรฐาน มอก. ฉะนั้นหากผู้รับจ้างประสงค์จะนำเหล็กที่มีพื้นที่หน้าตัดที่เล็กกว่าที่เป็นจริง จะต้องเพิ่มปริมาณจนได้พื้นที่หน้าตัดที่กำหนดโดยจะเรียกเงินเพิ่มเติมมิได้ ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่างเหล็กเสริมไปทดสอบยังสถาบันที่เชื่อถือได้ และผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการทดสอบและอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง รายงานผลการทดสอบให้จัดส่งต้นฉบับพร้อมส่งสำเนารวม 3 ชุด ให้ทำการทดสอบทุก ๆ 200 ตัน ของเหล็กแต่ละขนาดเป็นอย่างน้อยหรือเมื่อผู้ควบคุมงานเห็นสมควร

3.การเก็บรักษาเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต

จะต้องเก็บเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตไว้เหนือพื้นดินและมีสิ่งปกคลุมเช่น ผ้าใบ และต้องเก็บไว้ในลักษณะที่เหล็กเส้นจะไม่ถูกดัดจนงอไปจากเดิม เมื่อจัดเรียงเหล็กเส้นเข้าที่พร้อมจะเทคอนกรีตแล้ว เหล็กนั้นจะต้องสะอาดปราศจากฝุ่น น้ำมัน สี สนิม ขุม หรือสะเก็ด หรือสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ

4.วิธีการก่อสร้าง

ก. การดัดและประกอบ

(1) เหล็กเสริมจะต้องมีขนาดและรูปร่างตรงตามที่กำหนดในแบบ และในการดัดจะต้องไม่ทำให้เหล็กชำรุดเสียหาย

(2) ของอ

หากในแบบไม่ได้ระบุถึงรัศมีของการงอเหล็ก ให้งอตามเกณฑ์กำหนดต่อไปนี้

1. ส่วนที่งอเป็นครึ่งวงกลมให้มีส่วนที่ยื่นต่อออกไปอีกอย่างน้อย 4 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กนั้น แต่ระยะยื่นนี้ต้องไม่น้อยกว่า 6 ซม.

2. ส่วนที่งอเป็นมุมฉากให้มีส่วนยื่นต่อออกไปถึงปลายสุดของเหล็กอีกอย่างน้อย 12 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กนั้น

3. เหล็กลูกตั้งและเหล็กปลอก

(I) เหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มม. และเล็กกว่าให้งอ 90 องศา โดยมีส่วนที่ยื่นถึงปลายของออีกอย่างน้อย 5 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กแต่ต้องไม่น้อยกว่า 60 มม. หรือ

(II) เหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มม. และ 25 มม. ให้งอ 90 องศา โดยมีส่วนที่ยื่นถึงปลายของออีกอย่างน้อย 6 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็ก หรือ

(III) เหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม. และใหญ่กว่าให้งอ 135 องศา โดยมีส่วนที่ยื่นถึงปลายของออีกอย่างน้อย 6 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็ก

(3) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่เล็กที่สุดสำหรับของอ เส้นผ่าศูนย์กลางของการงอเหล็กให้วัดด้านในของเหล็กที่งอ สำหรับของอมาตรฐานขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ใช้ต้องไม่เล็ก กว่าค่าที่ให้ไว้ในตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 1

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่เล็กที่สุดสำหรับของอเหล็กข้ออ้อย

ขนาดของเหล็ก	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่เล็กที่สุด สำหรับของอเหล็กข้ออ้อย
9 ถึง 16 มม. 20 ถึง 25 มม. 28 ถึง 36 มม.	5 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กนั้น 6 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กนั้น 8 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กนั้น

ข. การเรียงเหล็กเสริม

(1) ก่อนเรียงเข้าที่จะต้องทำความสะอาดเหล็กมิให้มีสนิมขุม สะเก็ดและวัสดุเคลือบต่าง ๆ ที่จะทำให้การยึดหน่วงเสียไป

(2) จะต้องเรียงเหล็กเสริมอย่างประณีตให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง และผูกยึดให้แน่นหนาระหว่างเทคอนกรีต หากจำเป็นก็อาจใช้เหล็กเสริมพิเศษช่วยในการติดตั้งได้

(3) ที่จุดตัดกันของเหล็กเส้นทุกแห่ง จะต้องผูกให้แน่นด้วยลวดเหล็กเบอร์ 20 S.W.G. (ANNEALED - IRON WIRE) โดยพันสองรอบและพับปลายลวดเข้าในส่วนที่จะเป็นเนื้อคอนกรีตภายใน

(4) ให้รักษาระยะห่างระหว่างแบบกับเหล็กเสริมให้ถูกต้องโดยใช้เหล็กแขวน ก้อนมอร์ต้า เหล็กยึด หรือวิธีอื่นใดซึ่งวิศวกรผู้ควบคุมงานให้ความเห็นชอบแล้ว ก้อนมอร์ต้าให้ใช้ส่วนผสมปูนซิเมนต์ 1 ส่วนต่อทรายที่ใช้ผสมคอนกรีต 1 ส่วน

(5) หลังจากผูกเหล็กแล้วจะต้องให้วิศวกรผู้ควบคุมงานตรวจก่อนเททุกครั้ง หากผูกทิ้งไว้นานเกินควรจะต้องทำความสะอาดและให้วิศวกรผู้ควบคุมงานตรวจอีกครั้งก่อนเทคอนกรีต

5.การต่อเหล็กเสริม

ก. ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องต่อเหล็กเสริมนอกจุดที่กำหนดในแบบ หรือที่ระบุในตาราง 2 ทั้งตำแหน่งและวิธีต่อจะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ออกแบบเสียก่อน

ข. การต่อเหล็กในเสา

(1) การต่อโดยวิธีทาบ ให้ระยะทาบไม่น้อยกว่า 48 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเส้นในกรณีของเหล็กเส้นกลมธรรมดา และ 30 เท่าสำหรับเหล็กข้ออ้อย SD 40 และ 45 เท่า สำหรับเหล็กข้ออ้อย SD 50 แล้วให้ผูกมัดด้วยลวดผูกไม่เล็กกว่าเหล็กเบอร์ 20 S.W.G.

(2) การต่อโดยวิธีเชื่อม ให้เชื่อมด้วยวิธีเชื่อมข้าง และต่อเชื่อมด้วยไฟฟ้า (ELECTRIC ARC WELDING) หรือวิธี GAS PRESSURE WELDING ก็ได้

(3) เหล็ก SD 50 ห้ามต่อโดยวิธีเชื่อม

(4) ตำแหน่งของรอยต่อให้อยู่เหนือระดับพื้น 1 เมตรจนถึงระดับ 1 เมตร ใต้พื้นชั้นบน

(5) ณ หน้าตัดใด ๆ จะมีรอยต่อของเหล็กเสริมเกินร้อยละ 50 ของจำนวนเหล็กเสริมทั้งหมดไม่ได้

ค. การต่อเหล็กรับแรงดึง

(1) ห้ามต่อเหล็กเสริม ณ จุดที่เกิดแรงดึงสูงสุด

(2) ณ หน้าตัดใด ๆ จะมีรอยต่อของเหล็กเสริมเกินร้อยละ 50 ของจำนวนเหล็กเสริมทั้งหมดไม่ได้

(3) การต่อโดยวิธีทาบ ระยะทาบสำหรับเหล็กเส้นกลมต้องไม่น้อยกว่า 48 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเส้นและ 30 เท่าสำหรับเหล็กข้ออ้อย SD 40 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 28 มม. ในการต่อทาบเหล็กทุกขนาดต้องผูกมัดด้วยลวดผูกไม่เล็กกว่าเบอร์ 20 S.W.G. ให้แน่นหนา

(4) การต่อโดยวิธีเชื่อมมี 2 วิธีคือ ต่อเชื่อมและทาบเชื่อม วิธีต่อเชื่อมนั้นให้เชื่อมด้วยวิธีเหลาปลายเหล็กชนปลายและต่อเชื่อมด้วยไฟฟ้า (ELECTRIC ARC WELDING) ส่วนวิธีทาบเชื่อมนั้นให้ทาบเป็นระยะ 36 เท่าเส้นผ่าศูนย์กลางเหล็กแล้วเชื่อมที่ช่วงปลาย 2 ข้างและตรงกลางของระยะทาบโดยรอยเชื่อมแต่ละตำแหน่งยาวไม่น้อยกว่า 100 มม.

ง. สำหรับเหล็กเสริมที่โผล่ทิ้งไว้เพื่อจะเชื่อมต่อกับเหล็กของส่วนที่จะต่อเติมภายหลัง จะต้องทำการป้องกันมิให้เสียหายและผุกร่อน

จ. การต่อเหล็กเสริมโดยวิธีเชื่อม จะต้องให้กำลังของรอยเชื่อมไม่น้อยกว่าร้อยละ 125 ของกำลังของเหล็กเสริมนั้น ก่อนเริ่มงานเหล็กเสริมจะต้องทำการทดสอบกำลังของรอยต่อเชื่อมโดยสถาบันที่เชื่อถือได้และผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่าย ผู้รับจ้างจะต้องสำเนาผลการทดสอบอย่างน้อย 3 ชุดไปยังวิศวกรผู้ควบคุมงาน

ฉ. ณ หน้าตัดใด ๆ จะมีรอยต่อของเหล็กเสริมรับแรงดึงเกินร้อยละ 25 ของจำนวนเหล็กเสริมที่รับแรงดึงทั้งหมดไม่ได้

ช. รอยต่อทุกแห่งจะต้องได้รับการตรวจและอนุมัติโดยวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อนเทคอนกรีต รอยต่อซึ่งไม่ได้รับการอนุมัติให้ถือว่าเป็นรอยต่อเสียอาจถูกห้ามใช้ก็ได้

ซ. สามารถใช้วิธีการต่อด้วยระบบข้อต่อเหล็กแบบเชิงกล (MECHANICAL SPLICING SYSTEMS) โดยใช้วิธี COUPLER ตามมาตรฐานสากล แทนการต่อด้วยวิธีทาบ หรือต่อด้วยวิธีเชื่อมได้ทุกกรณี ตั้งแต่เหล็กข้ออ้อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มม.ขึ้นไป แต่ทั้งนี้ ณ หน้าตัดใดๆ จะมีรอยต่อของเหล็กเสริมเกินร้อยละ 50 ของจำนวนเหล็กเสริมทั้งหมดไม่ได้ โดยข้อต่อเหล็กเชิงกลที่สามารถใช้ต่อเหล็กเสริมแรงคอนกรีตให้เป็นไปตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

ซ.1) ข้อต่อเหล็กต้องผลิตจากวัสดุคุณภาพดี สามารถทนต่อการรับแรงดึง แรงกดได้มากกว่าเหล็กเส้นเสริมแรงคอนกรีตทุกชั้น คุณภาพ SD 30,40,50

ซ.2) ข้อต่อเหล็กทั้งระบบต้องได้รับการรับรอง มอก.(มาตรฐานอุตสาหกรรม) หากไม่มีกำหนดใน มอก. ให้คัดเลือกจากผู้ผลิตที่ได้รับการรับรองคุณภาพสินค้าที่มีมาตรฐาน ACI หรือ BSI เป็นต้น

ซ.3) เกลียวที่ผลิตลงบนเหล็กเสริมแรงคอนกรีต ต้องผลิตโดยไม่ทำให้พื้นที่หน้าตัดของเหล็กเส้นเสริมแรงคอนกรีตลดลง และพื้นที่หน้าตัดของเกลียวที่รับแรงโดยรวม ต้องมากกว่าพื้นที่หน้าตัดรับแรงของเหล็กเส้นเสริมแรงคอนกรีตอย่างน้อย 2 เท่า และเป็นขบวนการรีดเกลียว ที่ไม่ตัดเนื้อเหล็กเส้นเสริมแรงออกไป ซึ่งการตัดเนื้อเหล็กเส้นออกไปเพื่อทำให้เกิดเกลียวนั้น เป็นการทำลายคุณสมบัติในการรับกำลังของเหล็กเส้นที่ผลิตโดยผ่านกรรมวิธีทาง

ความร้อน (HEAT TREATMENT / TEMPCORE) อันเป็นการกระทำที่ขัดกับข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.24-2548 (เหล็กเส้นเสริมแรงคอนกรีต : เหล็กข้ออ้อย)

ซ.4) เกลียวทุกชนิดที่ใช้ ทั้งแบบความยาวเกลียวมาตรฐาน และแบบชนิดเกลียวยาวที่ใช้สำหรับการต่อโดยการหมุนข้อต่อเหล็ก ในกรณีหมุนเหล็กเส้นไม่ได้ เกลียวทุกส่วนที่ผลิตบนเหล็กเส้นเสริมแรงคอนกรีต ต้องไม่มีส่วนหนึ่งส่วนใดมีขนาดเล็กกว่ากันเพื่อการรับแรงได้อย่างแท้จริง

ซ.5) กระบวนการผลิตข้อต่อเหล็กเส้นเสริมแรงคอนกรีต ทั้งตัวผู้และตัวเมีย ต้องไม่มีความร้อนเข้ามาเกี่ยวข้องในกระบวนการเพื่อไม่ไปเปลี่ยนโครงสร้าง และคุณสมบัติของเหล็ก

ซ.6) เมื่อนำข้อต่อเหล็กเส้นเสริมแรงคอนกรีต ทั้งตัวผู้และตัวเมีย ขันเกลียวต่อกันเรียบร้อยนำไปทดสอบรับแรงดึงต้องรับแรงได้ไม่น้อยกว่าเหล็กเส้นเสริมแรงคอนกรีตเดิม และแม้ในกรณีที่ขันเกลียวต่อกันไม่สนิท แต่ละข้างต่อกันเพียง 75% ของเกลียวบนเหล็กเส้น ผลการทดสอบต้องขาดที่เหล็กเส้นเสริมแรงคอนกรีตนอกบริเวณจุดต่อ และกำลังต้องไม่น้อยกว่าความต้านแรงดึงของเหล็ก (Specific Ultimate Strength)

ซ.7) การเตรียมตัวอย่าง เพื่อทดสอบให้กระทำต่อหน้าตัวแทนของผู้ว่าจ้าง และนำไปทดสอบที่สถาบันกลางพร้อมตัวแทนของผู้ว่าจ้าง และเมื่อมีการผลิตเพื่อนำไปใช้งานจริง ให้สุ่มตัวอย่างที่เห็นว่ามีความเสี่ยงต่อการเสียหายมากที่สุดจากชิ้นงานจริงที่ส่งให้ผู้ว่าจ้างก่อนใช้งาน และระหว่างใช้งานเป็นระยะๆ ไปทดสอบ และควบคุมคุณภาพ

6.คุณสมบัติของเหล็กเสริม

6.1 เหล็กเส้นกลมธรรมดา ให้ใช้เหล็กที่มีมาตรฐาน SR 24 ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และต้องมีคุณสมบัติต่อไปนี้

1) แรงเค้นที่จุดยืน (YIELD STRESS) ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 2,400 กก./ตร.ซม.

2) ความยืด (ELONGATION) ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 21% ในช่วงความยาว 5 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้น

3) คุณสมบัติอื่นๆ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 20-2527 หรือ ASTM 15-625

6.2 เหล็กเส้ ให้ใช้เหล็กที่มีมาตรฐาน SD 30 ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สำหรับเหล็กเส้นข้ออ้อยที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 25.0 มม. ลงมา ต้องมีคุณสมบัติต่อไปนี้

1) แรงเค้นที่จุดยืน (YIELD STRESS) ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 3,000 กก./ตร.ซม.

2) ความยืด (ELONGATION) ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 15% ในช่วงความยาว 5 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้น

3) คุณสมบัติอื่นๆ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 24-2536

6.4 ความคลาดเคลื่อนของเหล็กเสริมที่ยอมให้ ให้ยึดถือตามที่ระบุในตารางดังนี้

ตารางที่ 2

ความคลาดเคลื่อนของเหล็กเสริมที่ยอมให้

ขนาดเหล็ก	มวลต่อเมตร (กิโลกรัม/เมตร)	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนสำหรับมวลต่อเมตร	
		เฉลี่ยร้อยละ	แต่ละเส้นร้อยละ
RB 6	0.222	± 5.0	± 10.0
RB 9	0.499	± 3.5	± 6.0
DB 12	0.888	± 3.5	± 6.0
DB 16	1.578	± 3.5	± 6.0
DB 20	2.466	± 3.5	± 6.0
DB 25	3.853	± 3.5	± 6.0
DB 28	4.834	± 3.5	± 6.0
DB 32	6.313	± 3.5	± 6.0

หมายเหตุ RB - ROUND BAR

DB - DEFORMED BAR

7.การเก็บตัวอย่างเหล็กเส้นเพื่อการทดสอบ

7.1 ในการเก็บตัวอย่างผู้รับจ้างจะต้องตัดเหล็กเส้นทุกขนาด ขนาดหนึ่งไม่น้อยกว่า 3 ท่อน ยาวท่อนละไม่น้อยกว่า 1.20 ม.

7.2 การเก็บเหล็กเส้นตัวอย่างจะต้องเก็บจากกองเหล็กที่อยู่ในสถานที่ก่อสร้าง และจะต้องเก็บเหล็กเส้นตัวอย่างต่อหน้าผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

7.3 ในการเก็บเหล็กเส้นตัวอย่างให้เก็บจากเหล็กเส้นหนึ่งเส้น ต่อจำนวนเหล็กทุกๆ 100 เส้น เศษของร้อยเส้นให้ถือเป็นร้อยเส้น

7.4 เมื่อเก็บตัวอย่างได้เรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องนำมาส่งยังวิศวกรของผู้ว่าจ้างเพื่อเตรียมการทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ซึ่งวิศวกรของผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้พิจารณาว่าจะให้ส่วนราชการ หรือบริษัทเอกชนใดเป็นผู้ทดสอบ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในขั้นตอนการทดสอบทั้งหมด สำหรับรายการงานผลการทดสอบให้จัดส่งสำเนารวม 3 ชุด

7.5 ค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการนำส่งและทดสอบคุณภาพของเหล็กเส้น ตัวอย่างตลอดจนค่าธรรมเนียมต่างๆ ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบทั้งหมด

7.6 ถ้าปรากฏว่าเหล็กเส้นตัวอย่างที่นำไปทดสอบนั้น มีคุณภาพต่ำกว่าเหล็กเส้นที่ระบุไว้ในข้อ 6.1 และ 6.2 การที่จะนำเหล็กเส้นกองที่เก็บเหล็กเส้นตัวอย่างนั้นมาใช้งานได้หรือไม่อย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของวิศวกรผู้ว่าจ้างที่จะให้ผู้รับจ้างจัดหาเหล็กที่มีคุณภาพได้ตามข้อกำหนดมาเปลี่ยนให้ใหม่ หรือเพิ่มจำนวนเหล็กเสริมให้มากขึ้นโดยที่ผู้รับจ้างจะคิดเงินเพิ่มมิได้

ตารางที่ 3

รอยต่อในเหล็กเสริม

ชนิดขององค์อาคาร	ชนิดของรอยต่อ	ตำแหน่งของรอยต่อ
คาน แผ่นพื้น เสา ผนัง ฐานราก		ตามที่ได้รับอนุมัติ สำหรับคานเหล็กบนให้ต่อที่บริเวณกลางคาน เหล็กล่างต่อที่หน้าเสาถึงระยะ L/5 จากศูนย์กลางเสาเหนือระดับพื้น 1 เมตร จนถึงระดับ 1 เมตร ใต้พื้นชั้นบน

3.6 งานคอนกรีต

1.ขอบเขตของงาน

ก. ผู้รับจ้างก่อสร้าง จะต้องเป็นผู้จัดหาวัสดุ อุปกรณ์ ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะงาน แรงงาน และสิ่งจำเป็นสำหรับงานคอนกรีต

ข. ผู้รับจ้างก่อสร้าง จะต้องตรวจสอบรายละเอียดของงานระบบ ขั้นตอนการก่อสร้าง แนวทางแก้ไขปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นจากแบบก่อสร้างที่ไม่ชัดเจน การใช้เทคโนโลยีและวัสดุชนิดพิเศษ หรือนำมาจากต่างประเทศ โดยยังไม่เคยมีหรือใช้มาก่อนภายในประเทศ และมีผลงานภายในประเทศมาก่อน จะต้องมีเอกสารจากสถาบันที่รัฐรับรองและเป็นที่ยอมรับคุณภาพหรือวิธีการจากผู้ออกแบบ

ค. งานคอนกรีตที่เทในที่ทั้งสิ้น ที่ปรากฏในแบบสถาปัตยกรรม แบบโครงสร้าง และสุขาภิบาล เป็นงานที่ควบคุมคุณภาพงานหมวดนี้

ง. งานคอนกรีตในที่นี้หมายรวมถึงงานคอนกรีตสำหรับโครงสร้าง ซึ่งต้องเสร็จสมบูรณ์และเป็นไปตามแบบและบทกำหนดอย่างเคร่งครัด และเป็นไปตามข้อกำหนดและสภาวะต่าง ๆ ของสัญญา

จ. หากมิได้ระบุในแบบและ/หรือบทกำหนดนี้ รายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับองค์อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กและงานคอนกรีตทั้งหมดให้เป็นไปตาม “มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก” ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ ที่ 1007-34 ทุกประการ

2.วัสดุ

วัสดุต่าง ๆ ที่เป็นส่วนผสมของคอนกรีต หากมิได้ระบุเป็นอย่างอื่นจะต้องมีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์กำหนดของมาตรฐาน ASTM

ก. ปูนซิเมนต์จะต้องเป็นปูนซิเมนต์ปอร์ตแลนด์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก. 15 เล่ม 1-2532 ชนิดที่เหมาะสมกับงานและต้องเป็นปูนซิเมนต์ที่แห้งสนิทไม่จับตัวเป็นก้อนสำหรับคอนกรีตที่ต้องสัมผัสดินและอยู่ใต้ดินให้ใช้ปูนซิเมนต์ชนิดทนซัลเฟตได้สูง (SULFATE- RESISTANT PORTLAND CEMENT) เป็นส่วนผสม

ข. น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตจะต้องสะอาด ใช้ดื่มได้ ในกรณีที่สงสัยจะต้องทำการทดสอบ

ค. มวลรวม

(1) มวลรวมที่ใช้สำหรับคอนกรีตจะต้องแข็งแกร่ง มีความคงตัว เฉื่อย ไม่ทำปฏิกิริยากับด่างในปูนซีเมนต์

(2) มวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียด ให้ถือเป็นวัสดุคนละอย่าง มวลรวมหยาบแต่ละขนาดหรือหลายขนาดผสมกัน จะต้องมีส่วนขนาดคละตรงตามเกณฑ์กำหนดของข้อกำหนด ASTM ที่เหมาะสม

ง. สารผสมเพิ่ม สำหรับคอนกรีตส่วนที่มิใช่ฐานรากทั้งหมด ให้ใช้ WORKABILITY AGENT ส่วนที่เป็นโครงสร้างห้องใต้ดินทั้งหมด ให้ผสมตัวยากันน้ำซึมชนิดทนแรงและกันน้ำได้ โดยใช้ตามคำแนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด สำหรับคอนกรีตที่มีมวลใหญ่มาก ๆ เช่นฐานรากหนาเกิน 1.00 ม. หากไม่กำหนดเป็นอย่างอื่นให้ใช้สารผสมเพิ่มประเภท SUPER PLASTICIZER เพื่อลดการแตกร้าวในคอนกรีต นอกจากที่กล่าวนี้ห้ามใช้สารผสมเพิ่มชนิดอื่น หรือปูนซีเมนต์ที่ผสมสารเหล่านั้น นอกจากจะได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อน

จ. การเก็บวัสดุ

(1) ให้เก็บปูนซีเมนต์ไว้ในอาคาร ถังเก็บหรือไซโลที่ป้องกันความชื้นและความสกปรกได้และในการขนส่งให้ส่งในปริมาณเพียงพอที่จะไม่ทำให้งานคอนกรีตต้องชะงักหรือล่าช้าไม่ว่ากรณีใดจะต้องแยกวัสดุที่ส่งมาแต่ละครั้งให้เป็นสัดส่วนไม่ปะปนกัน

(2) การส่งมวลรวมหยาบ ให้ส่งแยกขนาดไปยังสถานที่ก่อสร้าง นอกจากจะได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงานให้เป็นไปอย่างอื่น

ตารางที่ 1

การแบ่งประเภทคอนกรีตและเกณฑ์กำหนดเกี่ยวกับกำลังอัด

ชนิดของการก่อสร้าง	**ประเภท**	**ค่าต่ำสุดของกำลังอัดของแท่งกระบอกคอนกรีตหลังเทแล้ว 28 วัน ,(กก./ซม^2)**
- ฐานราก,เสา และ ผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก	1	240
- แผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรง	1	240
- คาน,พื้น และบันไดคอนกรีตเสริมเหล็ก	1	240
- งานถนนภายนอกอาคาร	1	240
- เสาเข็ม	1	240
- คอนกรีตหยาบ	1	-

การยุบของคอนกรีตซึ่งมีน้ำหนักปกติ ซึ่งหาโดย วิธีทดสอบค่าการยุบคอนกรีตซึ่งใช้ปูนซิเมนต์ปอร์ตแลนด์ (ASTM C 143) จะต้องเป็นไปตามค่าที่ให้ไว้ในตารางที่ 2 ข้างล่างนี้

ตารางที่ 2

ค่าการยุบสำหรับงานก่อสร้างชนิดต่าง ๆ

ชนิดของงานก่อสร้าง	ค่าการยุบ ซม.	
	สูงสุด	ต่ำสุด
ฐานราก , โครงสร้างที่สัมผัสดิน (ใต้ดิน)	12.5	7.5
แผ่นพื้น คาน ผนัง คสล. ทั่วไป	12.5	7.5
เสา (ที่ไม่สัมผัสดิน)	12.5	7.5
ครีบ คสล. และผนังบาง ๆ	10	5
เข็มเจาะ	20	17.5

(3) การกองมวลรวม จะต้องกองในลักษณะที่จะป้องกันมิให้ปะปนกับมวลรวมกองอื่น ซึ่งมีขนาดต่างกัน เพื่อให้เป็นไปตามนี้อาจจะต้องทำการทดสอบว่าส่วนขนาดคละ ตลอดจนความสะอาดของมวลรวมตรงตามเกณฑ์กำหนดหรือไม่ โดยเก็บตัวอย่าง ณ โรงผสมคอนกรีต

(4) ในการเก็บสารผสมเพิ่ม ต้องระวังอย่าให้เกิดการแปดเปื้อน การระเหย หรือเสื่อมคุณภาพ สำหรับสารผสมเพิ่มชนิดที่อยู่ในรูปสารลอยตัวหรือสารละลายที่ไม่คงตัว จะต้องจัดหาอุปกรณ์สำหรับกวนเพื่อให้ตัวยากระจายโดยสม่ำเสมอ ถ้าเป็นสารผสมเพิ่มชนิดเหลว จะต้องป้องกันมิให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมากนัก เพราะจะทำให้คุณสมบัติของสารนั้นเปลี่ยนแปลงได้

3.คุณสมบัติของคอนกรีต

ก. องค์ประกอบคอนกรีตต้องประกอบด้วยปูนซีเมนต์ ทราย มวลรวมหยาบ น้ำ และสารผสมเพิ่มตามแต่จะกำหนด ผสมให้เข้ากันอย่างดีโดยมีความข้นเหลวที่พอเหมาะ

ข. ความข้นเหลว คอนกรีตที่จะใช้กับทุกส่วนของงานจะต้องผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน โดยมีความข้นเหลวที่พอเหมาะที่จะสามารถทำให้แน่นได้ ภายในแบบหล่อและรอบเหล็กเสริมหลังจากอัดแน่นโดยการกระทุ้งด้วยมือ หรือโดยวิธีสั่นที่ได้รับการเห็นชอบแล้ว จะต้องไม่มีน้ำที่ผิวคอนกรีตมากเกินไป และจะต้องมีผิวหน้าเรียบปราศจากโพรง การแยกแยะ รูพรุน เมื่อแข็งตัวแล้วจะต้องมีกำลังตามที่ต้องการตลอดจนความทนทานต่อการแตกสลาย ความคงทน ความทนต่อการขัดสี ความสามารถในการกันน้ำรูปลักษณะและคุณสมบัติอื่น ๆ ตามที่กำหนด

ง. ขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบ ขนาดระบุใหญ่สุดของมวลรวมหยาบ จะต้องเป็นไปตามตารางที่ 3 ข้างล่างนี้

ตารางที่ 3

ขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบที่ใช้กับคอนกรีต

ชนิดของงานก่อสร้าง	ขนาดใหญ่สุด มม.
ฐานราก เสา และคาน	40
ผนัง คสล. หนาตั้งแต่ 150 มม. ขึ้นไป	40
ผนัง คสล. หนาตั้งแต่ 100 มม. ลงมา	20
แผ่นพื้น ครีบ คสล.	20

4.การคำนวณออกแบบส่วนผสม

ก. ห้ามมิให้นำคอนกรีตมาเทส่วนที่เป็นโครงสร้างใด ๆ จนกว่าส่วนผสมของคอนกรีตที่จะนำมาใช้นั้นได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ออกแบบแล้ว

ข. ก่อนเทคอนกรีตอย่างน้อย 30 วัน ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมส่วนผสมคอนกรีตต่าง ๆ และทดลองในห้องปฏิบัติการเพื่อให้วิศวกรผู้ออกแบบตรวจให้ความเห็นชอบก่อน

ค. การที่วิศวกรผู้ออกแบบให้ความเห็นชอบต่อส่วนผสมที่เสนอมาหรือแก้ไข (หากมี) นั้น มิได้หมายความว่า จะลดความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่มีต่อคุณสมบัติของคอนกรีตที่ได้จากส่วนผสมนั้น

ง. การจัดปฏิบัติภาคส่วนผสม

(1) จะต้องหาอัตราส่วน น้ำ : ปูนซีเมนต์ที่เหมาะสม โดยการทดลองขั้นตอนตามวิธีการต่อไปนี้

(I) จะต้องทดลองทำส่วนผสมคอนกรีต ที่มีอัตราส่วนและความข้นเหลวที่เหมาะสมกับงาน โดยเปลี่ยนอัตราส่วนน้ำ : ปูนซีเมนต์อย่างน้อย 3 ค่าซึ่งจะให้กำลังต่าง ๆ กัน โดยอยู่ในขอบข่ายของค่าที่กำหนดสำหรับงานนี้และจะต้องคำนวณออกแบบสำหรับค่าการยุบสูงสุดเท่าที่ยอมให้

(II) จากนั้นให้หาปฏิภาคของวัสดุผสมแล้วทำการทดสอบตามหลักและวิธีการที่ให้ไว้ในเรื่อง “ข้อแนะนำวิธีการเลือกปฏิภาคส่วนผสมสำหรับคอนกรีต” (ACI 211)

(III) สำหรับอัตราส่วนผสม น้ำ : ปูนซีเมนต์แต่ละค่าให้หล่อชิ้นตัวอย่าง อย่างน้อย 3 ชิ้น สำหรับแต่ละอายุเพื่อนำไปทดสอบ โดยเตรียมและบ่มตัวอย่างตาม “วิธีทำและบ่มชิ้นตัวอย่างคอนกรีตสำหรับใช้ทดสอบแรงอัดและแรงดัด” (ASTM C 192) และทดสอบที่อายุ 7,14 และ 28 วัน การทดสอบให้ปฏิบัติตาม “วิธีทดสอบกำลังอัดของแท่งกระบอกคอนกรีต (ASTM C 39)

(IV) ให้นำผลที่ได้จากการทดสอบไปเขียนเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง

อัตราส่วน น้ำ : ปูนซีเมนต์ กับค่ากำลังอัดของแท่งกระบอกคอนกรีต

อัตราส่วน น้ำ : ปูนซีเมนต์ สูงสุดที่ยอมให้ จะต้องได้มาจากค่าที่แสดงโดย กราฟที่ให้ค่ากำลังต่ำสุด ซึ่งมีค่าเกินร้อยละ 10 ของกำลังที่กำหนด

(V) สำหรับคอนกรีตโครงสร้างทั่วไป ปริมาณปูนซีเมนต์จะต้องไม่น้อยกว่า 350 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตรของคอนกรีต

(2) การใช้อัตราส่วน น้ำ : ปูนซีเมนต์ ค่าที่ต่ำสุดเท่าที่จะทำได้ ในกรณีที่ใช้มวลรวมหยาบชนิดเม็ดเล็ก เช่นในผนังเบา ๆ หรือในที่ที่เหล็กแน่นมาก ๆ จะต้องพยายามรักษาค่าอัตราส่วน น้ำ : ปูนซีเมนต์ให้คงที่ เมื่อเลือกอัตราส่วน น้ำ : ปูนซิเมนต์ที่เหมาะสมได้แล้วให้หาปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีตตามวิธีในข้อ 4 ง. เรื่อง “การหาปฏิภาคของวัสดุผสม” ดังอธิบายข้างบน

5.การผสมคอนกรีต

ก. คอนกรีตผสมเสร็จ

การผสมและการขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จให้ปฏิบัติตาม“บทกำหนดสำหรับคอนกรีตผสมเสร็จ” (ASTM C 94)

ข. การผสมด้วยเครื่อง ณ สถานที่ก่อสร้าง

(1) การผสมคอนกรีตต้องใช้เครื่องผสมชนิดที่ได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ควบคุมงานแล้ว ที่เครื่องผสมจะต้องมีแผ่นป้ายแสดงความจุและจำนวนรอบต่อนาทีที่เหมาะสม และผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำเหล่านี้ทุกประการ เครื่องผสมจะต้องสามารถผสมมวลรวมปูนซิเมนต์และน้ำให้เข้ากันโดยทั่วถึงภายในเวลาที่กำหนด และต้องสามารถปล่อยคอนกรีตออกได้โดยไม่เกิดการแยกแยะ

(2) ในการบรรจุวัสดุผสมเข้าเครื่อง จะต้องบรรจุน้ำส่วนหนึ่งเข้าเครื่องก่อน ปูนซีเมนต์และมวลรวมแล้วค่อย ๆ เติมน้ำส่วนที่เหลือเมื่อผสมไปแล้วประมาณหนึ่งในสี่ของเวลาผสมกำหนด จะต้องมีที่ควบคุมมิให้ปล่อยคอนกรีตก่อนจะถึงเวลาที่กำหนด และจะต้องสามารถปล่อยคอนกรีตออกให้หมดก่อนที่จะบรรจุวัสดุใหม่

(3) เวลาที่ใช้ในการผสมคอนกรีตซึ่งมีปริมาณตั้งแต่ 1 ลูกบาศก์เมตรลงมา จะต้องไม่น้อยกว่า 2 นาที และให้เพิ่มอีก 20 วินาทีสำหรับทุก ๆ 1 ลูกบาศก์เมตรหรือส่วนของลูกบาศก์เมตรที่เพิ่มขึ้น

6.การผสมต่อ

ก. ให้ผสมคอนกรีตเฉพาะเท่าที่ต้องการใช้เท่านั้น ห้ามนำคอนกรีตที่ก่อตัวแล้วมาผสมต่อเป็นอันขาดแต่ให้ทิ้งไป

ข. ห้ามมิให้เติมน้ำเพื่อเพิ่มค่าการยุบเป็นอันขาด การเติมน้ำจะกระทำได้ ณ สถานที่ก่อสร้างหรือที่โรงผสมคอนกรีตกลาง โดยความเห็นชอบของวิศวกรผู้ควบคุมงานเท่านั้น แต่ไม่ว่าในกรณีใดจะเติมน้ำในระหว่างการขนส่งไม่ได้

7.การเตรียมการเทคอนกรีตในอากาศร้อน

ในกรณีที่จะเทคอนกรีตในอากาศร้อนจัด หรือจะเทองค์อาคารขนาดใหญ่ เช่นคานขนาดใหญ่ ฐานรากหนา ๆ จะต้องหาวิธีลดอุณหภูมิของคอนกรีตสดให้ต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ อาทิ ทำหลังคาคลุมโม่ผสมคอนกรีต กองวัสดุ และถังเก็บน้ำ ในบางกรณีอาจจะต้องใช้น้ำแข็งหรือสารผสมเพิ่มช่วย ซึ่งหากไม่มีกำหนดเป็นอย่างอื่นวิศวกรผู้ควบคุมงานจะเป็นผู้พิจารณา

8.การขนส่งและการเท

ก. การเตรียมการก่อนเท

(1) จะต้องขจัดคอนกรีตที่แข็งตัวแล้วและวัสดุแปลกปลอมอื่น ๆ ออกจากด้านในของอุปกรณ์ที่ใช้ในการลำเลียงออกให้หมด

(2) แบบหล่อจะต้องเสร็จเรียบร้อย จะต้องขจัดน้ำส่วนที่เกินและวัสดุแปลกปลอมใด ๆ ออกให้หมด เหล็กเสริมผูกเข้าที่เสร็จเรียบร้อย วัสดุต่าง ๆ ที่จะฝังในคอนกรีตต้องเข้าที่เรียบร้อย และการเตรียมการต่าง ๆ ทั้งหมดได้รับความเห็นชอบแล้วจึงจะดำเนินการเทคอนกรีตได้

ข. การลำเลียง วิธีการขนส่งและการเทคอนกรีต จะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อนในการขนส่งคอนกรีตจากเครื่องผสมจะต้องระมัดระวังมิให้เกิดการแยกแยะหรือการสูญเสียของวัสดุผสม และต้องกระทำในลักษณะที่จะทำให้ได้คอนกรีตที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนด

ค. การเท

(1) ผู้รับจ้างจะเทคอนกรีตส่วนหนึ่งส่วนใดของโครงสร้างยังมิได้จนกว่าจะได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงานเรียบร้อยแล้ว และเมื่อได้รับอนุมัติแล้วหากผู้รับจ้างยังไม่เริ่มเทคอนกรีตภายใน 48 ชั่วโมงจะต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงานอีกครั้งจึงจะเทได้

(2) การเทคอนกรีตจะต้องกระทำต่อเนื่องกันตลอดทั้งพื้นที่รอยต่อระหว่างก่อสร้างจะต้องอยู่ที่ตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ หรือได้รับความเห็นชอบแล้ว การเทคอนกรีตต่อเนื่องกับคอนกรีตที่เทไปแล้วจะต้องยังคงสภาพเหลวพอที่จะเทต่อกันได้

(3) ห้ามมิให้นำคอนกรีตที่ก่อตัวบ้างแล้วบางส่วน หรือแข็งตัวทั้งหมด หรือที่มีวัสดุแปลกปลอมมาเทปะปนกันเป็นอันขาด

(4) เมื่อเทคอนกรีตลงในแบบหล่อแล้วจะต้องอัดคอนกรีตนั้นให้แน่นภายในเวลา 30 นาทีนับตั้งแต่ปล่อยคอนกรีตออกจากเครื่องผสม นอกจากจะมีเครื่องกวนพิเศษสำหรับการนี้โดยเฉาพะ หรือมีเครื่องผสมติดรถซึ่งจะกวนอยู่ตลอดเวลา ในกรณีเช่นนั้นให้เพิ่มเวลาได้เป็น 2 ชั่วโมงนับตั้งแต่บรรจุปูนซีเมนต์เข้าเครื่องผสม ยกเว้นในกรณีที่ใช้สารหน่วง (RETARDER) และต้องเทภายใน 30 นาที นับตั้งแต่ปล่อยคอนกรีตออกจากเครื่องกวน

(5) จะต้องเทคอนกรีตให้ใกล้ตำแหน่งสุดท้ายมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดการแยกแยะอันเนื่องจากการโยกย้ายและการไหลตัวของคอนกรีต ต้องระวังอย่าใช้วิธีการใด ๆ ที่จะทำให้คอนกรีตเกิดการแยกแยะ ห้ามปล่อยคอนกรีตเข้าที่จากระยะสูงเกินกว่า 2 เมตรนอกจากจะได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงาน

(6) ในกรณีที่ใช้คอนกรีตเปลือยโดยมีมอร์ต้าเป็นผิว จะต้องใช้เครื่องมือที่เหมาะสมดันหินให้ออกจากข้างแบบเพื่อให้มอร์ต้าออกมาอยู่ที่ผิวให้เต็มโดยไม่เป็นโพรงเมื่อถอดแบบ การทำให้คอนกรีตแน่นให้ใช้วิธีสั่นด้วยเครื่อง หรือกระทุ้งเพื่อให้คอนกรีตหุ้มเหล็กเสริมและสิ่งที่ฝังจนทั่วและเข้าไปอัดตามมุมต่าง ๆ จนเต็มโดยขจัดกระเปาะอากาศและกระเปาะหิน อันจะทำให้คอนกรีตเป็นโพรงเป็นหลุมบ่อ หรือเกิดระนาบที่ไม่แข็งแรงออกให้หมดสิ้น เครื่องสั่นจะต้องมีความถี่อย่างน้อย 7000 รอบต่อนาที และผู้ใช้งานจะต้องมีความชำนาญเพียงพอ ห้ามมิให้ทำการสั่นคอนกรีตเกินขนาด หรือ ใช้เครื่องสั่นเป็นตัวเขยื้อนคอนกรีตให้เคลื่อนที่จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งภายในแบบหล่อเป็นอันขาด ให้จุ่มและถอนเครื่องสั่นขึ้นลงตรง ๆ ที่หลาย ๆ จุดห่างกันประมาณ 500 มิลลิเมตร ในการจุ่มแต่ละครั้งต้องใช้เวลาให้เพียงพอที่จะทำให้คอนกรีตแน่นตัวแต่ต้องไม่นานเกินไปจนเป็นเหตุให้เกิดการแยกแยะ โดยปกติจุดหนึ่ง ๆ ควรจุ่มอยู่ระหว่าง 5-15 วินาที ในกรณีที่หน้าตัดของคอนกรีตบางเกินไปจนไม่อาจแหย่เครื่องสั่นลงไปได้ก็ให้เครื่องสั่นนั้นแนบกับข้างแบบ หรือใช้วิธีอื่นที่ได้รับการเห็นชอบแล้ว สำหรับองค์อาคารสูง ๆ และหน้าตัดกว้าง เช่น เสาขนาดใหญ่ควรใช้เครื่องสั่นชนิดเกาะติดกับข้างแบบแต่ทั้งนี้แบบหล่อต้องแข็งแรงพอที่จะสามารถรับความสั่นได้โดยไม่ทำให้รูปร่างขององค์อาคารผิดไปจากที่กำหนด จะต้องมีเครื่องสั่นคอนกรีตสำรองอย่างน้อย 1 เครื่องประจำ ณ สถานที่ก่อสร้างเสมอในระหว่างเทคอนกรีต

(7) การเทคอนกรีตโดยใช้เครื่องสูบคอนกรีต จะต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อน

(8) เมื่อกำลังอัดคอนกรีตที่ใช้ในเสาสูงกว่า 1.4 เท่าของกำลังอัดคอนกรีตที่ใช้ในระบบพื้น การถ่ายน้ำหนักเสาผ่านทางระบบพื้นนั้นจะต้องใช้วิธีใดวิธีหนึ่งดังต่อไปนี้

(I) คอนกรีตในเสาซึ่งกำลังอัดสูงกว่า จะต้องเทบนพื้นตามตำแหน่งเสานั้น โดยที่ผิวของคอนกรีตในเสาจะต้องขยายออกไปในพื้นจากขอบเสาไม่น้อยกว่า 600 มม. และคอนกรีตในเสาที่เทนอกขอบเสาออกมานั้นจะต้องผสมเข้ากับคอนกรีตในพื้นอย่างทั่วถึง

(II) กำลังอัดคอนกรีตในเสาซึ่งถ่ายผ่านระบบพื้นนั้น สามารถใช้ตามค่ากำลังอัดของคอนกรีตในระบบพื้นซึ่งน้อยกว่านี้ได้ โดยเพิ่มเหล็กเสริมตามค่าน้ำหนักที่ต้องการ

(III) สำหรับเสาซึ่งมีที่รองรับด้านข้างทั้ง 4 ด้านโดยคานที่มีความลึกใกล้เคียงกันหรือโดยแผ่นพื้นกำลังอัดของคอนกรีตในเสาให้คิดเท่ากับ 75% ของกำลังอัดคอนกรีตในเสาบวกกับ 35% ของกำลังอัดคอนกรีตในแผ่นพื้นนั้น

9.รอยต่อและสิ่งที่ฝังในคอนกรีต

ก. รอยต่อระหว่างก่อสร้าง (CONSTRUCTION JOINT) ของอาคาร

(1) ในกรณีมิได้ระบุตำแหน่งและรายละเอียดของรอยต่อนี้ในแบบ ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำและวางรอยต่อในตำแหน่ง ซึ่งจะทำให้โครงสร้างเสียความแข็งแรงน้อยที่สุด และป้องกันมิให้เกิดรอยร้าวเนื่องจากการหดตัว และจะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อน

(2) ผิวบนของผนังและเสาคอนกรีตจะต้องอยู่ในแนวราบ คอนกรีตซึ่งเททับเหนือรอยต่อระหว่างก่อสร้าง (CONSTRUCTION JOINT) ที่อยู่ในแนวราบจะต้องไม่ใช้คอนกรีตส่วนแรกที่ออกจากเครื่องผสมและจะต้องอัดแน่นให้ทั่วโดยอัดให้เข้ากับคอนกรีตที่เทไว้ก่อนแล้ว

(3) ในกรณีของผิวทางแนวตั้งให้ใช้ปูนทรายในอัตราส่วน 1 : 1 ผสมน้ำให้ข้น ไล้ที่ผิวให้ทั่วก่อนที่จะเทคอนกรีตใหม่ลงไป

(4) สำหรับรอยต่อในผนังทั้งหมดและระหว่างผนังกับแผ่นพื้นหรือฐานราก หากมิได้ระบุในแบบเป็นอย่างอื่นให้เดินเหล็กเสริมต่อเนื่องผ่านรอยต่อไปและจะต้องใส่สลักและเดือย ตามแต่วิศวกรผู้ควบคุมงานจะเห็นสมควร โดยจะต้องมีสลักตามยาวลึกอย่างน้อย 50 มิลิเมตร

(5) ในกรณีที่เทคอนกรีตเป็นชั้น ๆ จะต้องยึดเหล็กที่โผล่เหนือแต่ละชั้นให้แน่นหนา เพื่อป้องกันการเคลื่อนตัวของเหล็กเสริมขณะเทคอนกรีต และในขณะคอนกรีตกำลังก่อตัว

(6) ในขณะคอนกรีตยังไม่ก่อตัวให้ขจัดฝ้าน้ำปูนและวัสดุที่หลุดร่วงออกให้หมด โดยไม่จำเป็นต้องทำให้ผิวหยาบอีก แต่หากไม่สามารถปฏิบัติตามนี้ได้ก็ให้ขจัดออกโดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสมหลังจากเทคอนกรีตแล้ว 24 ชั่วโมง แล้วให้ล้างผิวที่แข็งตัวแล้วด้วยน้ำสะอาดทันทีก่อนที่จะเทคอนกรีตใหม่ให้พรมน้ำผิวคอนกรีตที่รอยต่อทุกแห่งให้ชื้นแต่ไม่ให้เปียกโชก

(7) หากได้รับความเห็นชอบอาจเพิ่มความยึดหน่วงได้ตามวิธีต่อไปนี้

(I) ใช้สารผสมเพิ่มที่ได้รับความเห็นชอบแล้ว

(II) ใช้สารหน่วงซึ่งได้รับความเห็นชอบแล้ว เพื่อทำให้การก่อตัวของมอร์ต้าที่ผิวช้าลงแต่ห้ามใส่มากจนไม่ก่อตัวเลย

(III) ทำผิวคอนกรีตให้หยาบตามวิธีที่ได้รับการเห็นชอบแล้ว โดยวิธีนี้จะทำให้มวลรวมโผล่โดยสม่ำเสมอปราศจากฝ้าน้ำปูน หรือเม็ดมวลรวมที่หลุดร่วงหรือผิวคอนกรีตที่ชำรุด

ข. วัสดุฝังในคอนกรีต

(1) ก่อนเทคอนกรีตจะต้องฝังปลอก ไส้ สมอ และวัสดุฝังอื่น ๆ ที่จะต้องทำงานต่อในภายหลังให้เรียบร้อย

(2) ผู้รับจ้างที่ทำงานเกี่ยวข้องกับงานคอนกรีตจะต้องได้รับแจ้งล่วงหน้า เพื่อให้มีโอกาสที่จะจัดวางและยึดสิ่งที่จะฝังได้ทันก่อนเทคอนกรีต

(3) จะต้องติดตั้งแผ่นกันน้ำ ท่อร้อยสายไฟและสิ่งที่จะฝังอื่น ๆ เข้าที่ให้ถูกตำแหน่งอย่างแน่นอนและยึดให้แน่นเพื่อมิให้เกิดการเคลื่อนตัว สำหรับช่องว่างในปลอก ไส้ ร่อง สมอ จะต้องอุดด้วยวัสดุที่จะเอาออกได้ง่ายเป็นการชั่วคราวเพื่อป้องกันมิให้คอนกรีตไหลเข้าไปในช่องว่างนั้น

ค. รอยต่อสำหรับพื้นถนน

รอยต่อทางยาวตลอดจนรอยต่อสำหรับการยืดหดตัว จะต้องอยู่ในตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ ในกรณีที่ไม่สามารถเทคอนกรีตได้เต็มช่วงจะต้องทำรอยต่อระหว่างก่อสร้างขึ้น ในช่วงหนึ่ง ๆ จะมีรอยต่อระหว่างก่อสร้างเกินหนึ่งรอยไม่ได้ และรอยต่อดังกล่าวจะต้องอยู่ภายในช่วงกลางแบ่งสามส่วนของช่วง

10.ระบบกันซึมที่ใช้ในคอนกรีต

รายละเอียดและคุณสมบัติ

สำหรับโครงสร้างส่วนที่สัมผัสกับดิน หรือความชื้น หรือคอนกรีตทับหน้า จะต้องผสมน้ำยากันซึมในคอนกรีตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์และ ตำแหน่งที่จะทำระบบกันซึมได้ระบุอยู่ในตารางดังต่อไปนี้ *** ดูที่หมวดที่ 7 ตารางรายการวัสดุ (VENDER LIST)**

หมายเหตุ

1. ให้ส่งขั้นตอนการติดตั้ง ผลการทดสอบและการรับรองมาให้ผู้ออกแบบพิจารณาก่อนนำมาใช้

2. เงื่อนไขการรับประกันทั้งวัสดุและการติดตั้ง ให้รับประกันทั้งค่าของและแรงในกรณีที่เกิดการรั่วซึมอันเกิดจากการเสื่อมของวัสดุกันซึม หรือจากข้อบกพร่องในการติดตั้ง โดยต้องมีหนังสือรับประกันผลงานมอบไว้ให้ผู้ว่าจ้างเป็นหลักฐานหลังจากงานแล้วเสร็จโดยมีระยะเวลารับประกันไม่น้อยกว่า 15 ปี

11.การซ่อมผิวที่ชำรุด

ก. ห้ามปะซ่อมรูร้อยเหล็กยึดและเนื้อที่ชำรุดทั้งหมดก่อนที่วิศวกรผู้ควบคุมงานจะได้ตรวจสอบแล้ว

ข. สำหรับคอนกรีตที่เป็นรูพรุนเล็ก ๆ และชำรุดเล็กน้อย หากวิศวกรผู้ควบคุมงานลงความเห็นว่า พอที่จะซ่อมแซมให้ดีได้ จะต้องสกัดคอนกรีตที่ชำรุดออกให้หมดจนถึงคอนกรีตดี เพื่อป้องกันมิให้น้ำในมอร์ต้าที่จะปะซ่อมนั้นถูกดูดซึมไป จะต้องทำความสะอาดคอนกรีตบริเวณที่จะปะซ่อมและเนื้อที่บริเวณโดยรอบเป็นระยะออกไปอย่างน้อย 150 มิลลิเมตร มอร์ต้าที่ใช้เป็นตัวประสานจะต้องประกอบด้วย ส่วนผสมของปูนซีเมนต์ 1 ส่วนต่อทรายละเอียดซึ่งผ่านตะแกรงเบอร์ 30 แล้ว 1 ส่วนให้ละเลงมอร์ต้านี้ให้ทั่วพื้นที่ผิว

ค. ส่วนผสมสำหรับใช้อุดให้ประกอบด้วยปูนซีเมนต์ 1 ส่วนต่อทรายที่ใช้ผสมคอนกรีต 2.5 ส่วนโดยปริมาตรชื้นและหลวม สำหรับคอนกรีตเปลือยภายนอกให้ผสมปูนซิเมนต์ขาวเข้ากับปูนซิเมนต์ธรรมดา 2 ส่วนเพื่อให้ส่วนผสมที่ปะซ่อมมีสีกลมกลืนกับสีของคอนกรีตข้างเคียง ทั้งนี้โดยใช้วิธีทดลองหาส่วนผสมเอาเอง

ง. ให้จำกัดปริมาณของน้ำให้พอดีเท่าที่จำเป็นในการยกย้ายและการปะซ่อมเท่านั้น

จ. หลังจากที่น้ำซึ่งค้างบนผิวได้ระเหยออกจากพื้นที่ที่จะปะซ่อมหมดแล้ว ให้ละเลงชั้นยึดหน่วงลงบนผิวนั้นให้ทั่ว เมื่อชั้นยึดหน่วงนี้เริ่มเสียน้ำให้ฉาบมอร์ต้าที่ใช้ปะซ่อมทันที ให้อัดมอร์ต้าให้แน่นโดยทั่วถึงและปาดออกให้เนื้อนูนกว่าคอนกรีตโดยรอบเล็กน้อย และจะต้องทิ้งไว้เฉย ๆ อย่างน้อย 1 ชั่วโมงเพื่อให้เกิดการหดตัวขั้นต้นก่อนที่จะตกแต่งขั้นสุดท้าย

บริเวณที่ปะซ่อมแล้วให้รักษาให้ชื้นอย่างน้อย 7 วันสำหรับคอนกรีตเปลือยที่ต้องการรักษาลายไม้แบบห้ามใช้เครื่องมือที่เป็นโลหะฉาบเป็นอันขาด

ฉ. ในกรณีที่รูพรุนนั้นกว้างมากหรือลึกจนมองเห็นเหล็ก และหากวิศวกรผู้ควบคุมงานลงความเห็นว่า อยู่ในวิสัยที่จะซ่อมแซมได้ก็ให้ปะซ่อมได้ โดยใช้มอร์ต้าชนิดที่ผสมตัวยากันการหดตัว (NON-SHRINK MORTAR) เป็นวัสดุแทนปูนทรายธรรมดา หากคอนกรีตที่เหลือเป็นคอนกรีตดีแต่มีรูพรุนมากให้ใช้ PRESSURIZED EPOXY GROUTING ชั้นหนึ่งก่อนที่จะปะซ่อม ทั้งนี้ให้ปฏิบัติตามข้อแนะนำของผู้ผลิตโดยเคร่งครัด

ช. ในกรณีที่โพรงใหญ่และลึกมากหรือเกิดข้อเสียหายใด ๆ เช่น คอนกรีตมีกำลังต่ำกว่ากำหนดและวิศวกรผู้ควบคุมงานมีความเห็นว่า อาจทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้อาคารได้ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้นตามวิธีที่วิศวกรผู้ควบคุมงานได้เห็นชอบด้วยแล้วหรือหากวิศวกรผู้ควบคุมงานเห็นว่าการชำรุดมากจนไม่อาจแก้ไขให้ได้ดี อาจสั่งทุบทิ้งแล้วสร้างขึ้นใหม่โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น

12.การบ่มและการป้องกัน

หลังจากได้เทคอนกรีตแล้วและอยู่ในระยะกำลังก่อตัว จะต้องป้องกันคอนกรีตนั้นจากอันตรายที่อาจเกิดจากแสงแดด ลมแห้ง ฝน น้ำไหล การเสียดสีและจากการบรรทุกน้ำหนักเกินสมควร สำหรับคอนกรีตซึ่งใช้ปูนซีเมนต์ชนิดที่ 1 จะต้องรักษาให้ชื้นต่อเนื่องกันเป็นเวลาอย่างน้อย 7 วัน โดยวิธีคลุมด้วยกระสอบหรือผ้าใบเปียก หรือขัง หรือพ่นน้ำ หรือโดยวิธีที่เหมาะสมอื่น ๆ ตามที่วิศวกรผู้ควบคุมงานเห็นชอบสำหรับผิวคอนกรีตในแนวตั้ง เช่น เสา ผนัง และด้านข้างของคานให้หุ้มกระสอบหรือผ้าใบให้เหลื่อมซ้อนกันและรักษาให้ชื้นโดยให้สิ่งที่คลุมนี้แนบติดกับคอนกรีต ในกรณีที่ใช้ปูนซีเมนต์ชนิดให้กำลังสูงเร็ว ระยะเวลาการบ่มชื้นให้อยู่ในวินิจฉัยของวิศวกรผู้ควบคุมงาน

13.การทดสอบ

ก. การทดสอบแท่งกระบอกคอนกรีต

ชิ้นตัวอย่างสำหรับการทดสอบอาจนำมาจากทุก ๆ รถ หรือตามที่วิศวกรผู้ควบคุมงานจะกำหนด ทุกวันจะต้องเก็บชิ้นตัวอย่างไม่น้อยกว่า 6 ชิ้น สำหรับทดสอบ 7 วัน 3 ก้อน , 24 วัน 3 ก้อน และ 28 วัน 3 ก้อน สำหรับระยะเวลาผู้ควบคุมงานอาจกำหนดเป็นอย่างอื่นตามความเหมาะสม วิธีเก็บ เตรียม บ่ม และทดสอบชิ้นตัวอย่างให้เป็นไปตาม “วิธีทดสอบสำหรับกำลังอัดของแท่งกระบอกคอนกรีต (ASTM C 39) ตามลำดับ

ข. รายงาน

ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายงานผลการทดสอบกำลังอัดคอนกรีตรวม 3 ชุด สำหรับผู้แทนผู้ว่าจ้าง 1 ชุด และสำนักงานวิศวกรผู้ควบคุมงานและผู้ออกแบบ 2 ชุด

รายงานจะต้องรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

(1) วันที่หล่อ

(2) วันที่ทดสอบ

(3) ประเภทของคอนกรีต

(4) ค่าการยุบ

(5) ส่วนผสม

(6) หน่วยน้ำหนัก

(7) กำลังอัดสูงสุด

ค. การทดสอบแนว ระดับ ความลาดและความไม่สม่ำเสมอของพื้นถนนคอนกรีตในบริเวณอาคาร เมื่อคอนกรีตพื้นถนนแข็งตัวแล้วจะต้องทำการตรวจสอบแนว ความลาด ตลอดจนความไม่สม่ำเสมอต่าง ๆ อีกครั้งหนึ่ง

ง. การทดสอบความหนาของพื้นถนนคอนกรีตในบริเวณอาคาร

วิศวกรผู้ควบคุมงานอาจกำหนดให้มีการทดสอบความหนาของพื้นถนนคอนกรีต โดยวิธีเจาะเอาแก่นไปตรวจตามวิธีของ ASTM C 174 ก็ได้ หากปรากฏว่าความหนาเฉลี่ยน้อยกว่าที่กำหนดเกิน 5 มิลลิเมตร วิศวกรผู้ออกแบบจะเป็นผู้ตัดสินว่าถนนนั้นมีกำลังพอจะรับน้ำหนักบรรทุกตามที่คำนวณออกแบบไว้ได้หรือไม่ หากวิศวกรผู้ออกแบบลงความเห็นว่า พื้นถนนนั้นไม่แข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักบรรทุกที่คำนวณออกแบบไว้ได้ผู้รับจ้างจะต้องเสนอวิธีแก้ไขเพื่อให้วิศวกรควบคุมงานเห็นชอบ

14.การประเมินผลการทดสอบกำลังอัด

ก. ค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบชิ้นตัวอย่างคอนกรีตที่ 28 วัน สามชิ้นหรือมากกว่า ซึ่งบ่มในห้องปฏิบัติการจะต้องไม่ต่ำกว่าค่าที่กำหนด และจะต้องไม่มีค่าใดต่ำกว่าร้อยละ 80 ของค่ากำลังอัดที่กำหนด

ข. หากกำลังอัดมีค่าต่ำกว่าที่กำหนด ก็อาจจำเป็นต้องเจาะเอาแก่นคอนกรีตไปทำการทดสอบ

ค. การทดสอบแก่นคอนกรีตจะต้องปฏิบัติตาม วิธีเจาะและทดสอบแก่นคอนกรีตที่เจาะและคานคอนกรีตที่เลื่อยตัดมา (ASTM C 24) การทดสอบแก่นคอนกรีตต้องกระทำในสภาพผึ่งแห้งในอากาศ

ง. องค์อาคารหรือพื้นที่คอนกรีตส่วนใดที่วิศวกรผู้ควบคุมงานพิจารณาเห็นว่าไม่แข็งแรงพอ ให้เจาะแก่นอย่างน้อยสองก้อนจากแต่ละองค์อาคารหรือพื้นที่นั้น ๆ ตำแหน่งที่จะเจาะแก่นให้วิศวกรผู้ควบคุมงานเป็นผู้กำหนด

จ. กำลังของแก่นที่ได้จากแต่ละองค์อาคารหรือพื้นที่ จะต้องมีค่าเฉลี่ยเท่ากับหรือสูงกว่าร้อยละ 90 ของกำลังที่กำหนดจึงจะถือว่าใช้ได้ และจะต้องไม่มีค่าใดต่ำกว่าร้อยละ 80 ของค่ากำลังอัดที่กำหนด

ฉ. จะต้องอุดรูซึ่งเจาะเอาแก่นออกมาตามวิธีในข้อ 10 ให้เรียบร้อยด้วย NON-SHRINK MORTAR

ช. หากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า คอนกรีตมีความแข็งแรงไม่พอ จะต้องทุบคอนกรีตนั้นทิ้งแล้วหล่อใหม่โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

ซ. ชิ้นตัวอย่างแท่งกระบอกคอนกรีตอาจใช้ลูกบาศก์ขนาด 150 มม. x 150 มม. x 150 มม. แทนได้ โดยให้เปรียบเทียบค่ากำลังอัดตามมาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กของ ว.ส.ท.

3.7 งานโลหะและเหล็กรูปพรรณ

1.ขอบเขตของงาน

ก. ผู้รับจ้างก่อสร้างจะต้องเป็นผู้จัดหา วัสดุ อุปกรณ์ ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะงาน ตลอดจนแรงงาน โรงงาน การติดตั้ง เคลื่อนย้าย และสิ่งที่จำเป็นสำหรับงานโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ

ข. เหล็กรูปพรรณทั้งปวงที่ระบุในแบบรวมหมายถึง งานป้องกันสนิม ด้วยกรรมวิธีที่เหมาะสม

ค. ผู้รับจ้างก่อสร้างจะต้องจัดส่งตัวอย่างเหล็ก และวัสดุประกอบงานเหล็กอื่น ๆ ที่ใช้งาน พร้อมทั้งข้อมูลทางเทคนิคของผู้ผลิต พร้อมผลการทดสอบจากสถาบันที่รัฐรับรองให้ผู้แทนผู้ว่าจ้าง เพื่อตรวจสอบ และควบคุมคุณภาพ

ง. ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบขยาย เพื่อแสดงรายละเอียดและวิธีการทำงานตามที่ผู้แทนผู้ว่าจ้างแนะนำ เพื่อให้การทำงานและควบคุมงานถูกต้อง

จ. ผู้รับจ้างก่อสร้างจะต้องจัดให้มีการตรวจสอบ คุณภาพงาน และทดสอบ หากพบภายหลังว่าผลงานก่อสร้างไม่มั่นคง หรือมีข้อบกพร่อง

ฉ. บทกำหนดหมวดนี้คลุมถึงเหล็กรูปพรรณ ท่อกลม ท่อเหลี่ยม (STEEL TUBING) ทุกชนิด

ช. รายละเอียดเกี่ยวกับเหล็กรูปพรรณ ซึ่งมิได้ระบุในแบบและบทกำหนดนี้ ให้ถือปฏิบัติตาม “มาตรฐานสำหรับอาคารเหล็กรูปพรรณ” ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ ทุกประการ

2.วัสดุ

เหล็กรูปพรรณทั้งหมดจะต้องมีคุณสมบัติสอดคล้องกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก.116-2517 หรือ ASTM หรือ JIS ที่เหมาะสม ในกรณีที่มิได้ระบุในแบบให้ถือว่าเป็นเหล็กชนิดเทียบเท่า A 36 หรือ SS 41

3.การกองเก็บวัสดุ

เหล็กรูปพรรณทั้งที่ประกอบแล้วและยังไม่ได้ประกอบจะต้องเก็บไว้บนยกพื้นเหนือพื้นดิน จะต้องรักษาเหล็กให้ปราศจาก ไขมัน หรือสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ และต้องระวังรักษาอย่าให้เหล็กเป็นสนิม ในกรณีที่ใช้เหล็กที่มีคุณสมบัติต่างกันหลายชนิดต้องแยกเก็บและทำเครื่องหมาย เช่น โดยการทาสีแบ่งแยกให้เห็นอย่างชัดเจน

4.การจัดทำ SHOP DRAWING

ก่อนที่จะทำการประกอบเหล็กรูปพรรณทุกชิ้น ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ SHOP DRAWING ส่งต่อวิศวกรผู้ควบคุมงานเพื่อรับความเห็นชอบ โดย SHOP DRAWING นั้น จะต้องประกอบด้วย

ก. แบบที่สมบูรณ์แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับการตัดต่อ การประกอบ และการติดตั้ง รูสลักเกลียว รอยเชื่อม และรอยต่อที่กระทำในโรงงาน

ข. สัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานสากล

ค. จะต้องมีสำเนาเอกสารแสดงบัญชีวัสดุ และวิธีการยกติดตั้ง ตลอดจนการยึดโดยชั่วคราว

5.การตัด

การตัดต้องทำด้วยความระมัดระวังเพื่อมิให้เกิดการบิดเบี้ยว หรือเกิดเป็นริ้วลูกคลื่น การตัดแผ่นเหล็กที่อุณหภูมิปกติจะต้องใช้รัศมีของการตัดไม่น้อยกว่า 2 เท่าของความหนาของแผ่นเหล็กนั้น ในกรณีที่ทำการตัดที่อุณหภูมิสูงห้ามทำให้เย็นตัวลงโดยเร็ว สำหรับเหล็กกำลังสูง (HIGH-STRENGTH STEEL) ให้ทำการตัดที่อุณหภูมิสูงเท่านั้น

6.รูและช่องเปิด

การเจาะ หรือตัด หรือกดทะลุให้เป็นรู ต้องกระทำตั้งฉากกับผิวของเหล็กนอกจากจะระบุเป็นอย่างอื่น ห้ามใช้วิธีเจาะรูด้วยไฟ หากรูที่เจาะไว้ไม่ถูกต้องจะต้องอุดให้เต็มด้วยวิธีเชื่อมและเจาะรูใหม่ให้ถูกตำแหน่ง ในเสาที่เป็นเหล็กรูปพรรณซึ่งต่อกับคาน คสล. จะต้องเจาะรูไว้เพื่อให้เหล็กเสริมในคานคอนกรีตสามารถลอดได้ รูจะต้องเรียบร้อยปราศจากรอยขาดหรือแหว่ง ขอบรูซึ่งคมและยื่นเล็กน้อยอันเกิดจากการเจาะด้วยสว่านให้ขจัดออกให้หมดด้วยเครื่องมือที่เหมาะสมโดยลบมุม 2 มิลลิเมตร ช่องเปิดอื่น ๆ นอกเหนือจากรูสลักเกลียวจะต้องเสริมแหวนเหล็กซึ่งมีความหนาไม่น้อยกว่าความหนาขององค์อาคารที่เสริม รูหรือช่องเปิดภายในของแหวนจะต้องเท่ากับช่องเปิดขององค์อาคารที่เสริมนั้น

7.การประกอบและยกติดตั้ง

ก. ให้พยายามประกอบที่โรงงานให้มากที่สุดเท่าที่จะได้

ข. การตัดเฉือน ตัดด้วยไฟ สกัด และกดทะลุ ต้องกระทำอย่างละเอียดประณีต

ค. องค์อาคารที่วางทาบกันจะต้องวางให้แนบสนิทเต็มหน้า

ง. การติดตัวเสริมกำลังและองค์อาคารยึดโยงให้กระทำอย่างประณีต สำหรับตัวเสริมกำลังที่ติดแบบอัดแน่นต้องอัดให้สนิทจริง ๆ

จ. รายละเอียดให้เป็นไปตาม “มาตรฐานสำหรับอาคารเหล็กรูปพรรณ” ของวิศวกรรมสถานที่แห่งประเทศไทยฯ ที่ 1003-18 ทุกประการ

ฉ. ไฟที่ใช้ตัดควรมีเครื่องมือกลเป็นตัวนำ

8.การเชื่อม

ก. ให้เป็นไปตามมาตรฐาน AWS สำหรับการเชื่อมในงานก่อสร้างอาคาร

ข. ผิวหน้าที่จะทำการเชื่อมจะต้องสะอาดปราศจากสะเก็ด ตะกรัน สนิม ไขมัน สีและวัสดุแปลกปลอมอื่น ๆ ที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อการเชื่อมได้

ค. ในระหว่างการเชื่อมจะต้องยึดชิ้นส่วนที่จะเชื่อมติดกันให้แน่น เพื่อให้ผิวแนบสนิทสามารถทาสีอุดได้โดยง่าย

ง. หากสามารถปฏิบัติได้ ให้พยายามเชื่อมในตำแหน่งราบ

จ. ให้วางลำดับการเชื่อมให้ดี เพื่อหลีกเลี่ยงการบิดเบี้ยวและหน่วยแรงตกค้างในระหว่างกระบวนการเชื่อม

ฉ. ในการเชื่อมแบบชนจะต้องเชื่อมในลักษณะที่จะให้ได้ PENETRATION โดยสมบูรณ์ โดยมิให้กระเปาะตะกรันขังอยู่ ในกรณีนี้อาจใช้วิธีลบมุมตามขอบหรือ BACKING PLATES ก็ได้

ช. ชิ้นส่วนที่จะต้องเชื่อมแบบทาบจะต้องวางให้ชิดกันที่สุดเท่าที่จะมากได้ และไม่ว่ากรณีใดจะต้องห่างกันไม่เกิน 6 มิลลิเมตร

ฌ. ช่างเชื่อมจะต้องมีความชำนาญในเรื่องการเชื่อมเป็นอย่างดี โดยช่างเชื่อมทุกคนจะต้องมีหนังสือรับรองว่าผ่านการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้ เช่นกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน เป็นต้น

ญ. สำหรับเหล็กหนาตั้งแต่ 25 มม. ขึ้นไปต้อง PREHEAT ก่อนเชื่อมโดยให้ผู้รับจ้างเสนอวิธีการต่อวิศวกรผู้ควบคุมงานเพื่อรับความเห็นชอบ

ฐ. สำหรับเหล็กหนา 50 มม. ขึ้นไป ให้เชื่อมแบบ SUBMERGED ARC WELDING

9.การตรวจสอบรอยเชื่อม

ผู้รับจ้างจะต้องทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของรอยเชื่อมในตำแหน่งที่วิศวกรผู้ออกแบบ หรือ

วิศวกรผู้ควบคุมงานเป็นผู้กำหนด ลักษณะของรอยเชื่อมที่ยอมรับได้จะต้องมีพื้นผิวที่เรียบ ไม่มีมุมแหลมคมได้ขนาดตามที่กำหนดในแบบและจะต้องไม่มีรอยแตกร้าว โดยใช้วิธีการตรวจสอบดังต่อไปนี้

ก. ในกรณีการเชื่อมแบบผอก (FILLET WELD)

ให้ทดสอบโดยการใช้ DYE PENETRANT ซึ่งรายละเอียดการทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM E 165 หรือทดสอบโดยการใช้ MAGNETIC PARTICLE ซึ่งรายละเอียดการทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM E 709

ข. ในกรณีการเชื่อมแบบต่อชน (BUTT JOINT WITH FILLEY WELD)

(1) เมื่อแผ่นเหล็กที่นำมาต่อเชื่อมมีความหนาไม่เกิน 40 มม. ให้ทำการตรวจสอบรอยเชื่อมโดยใช้วิธีเอกซเรย์ (X-RAY) รายละเอียดการทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM E 94 และ ASTM E 142

(2) เมื่อแผ่นเหล็กที่นำมาต่อเชื่อมความหนาเกิน 40 มม. ให้ทำการตรวจสอบรอยเชื่อมโดยใช้วิธีรังสีแกมม่า (GAMMA-RAY) หรือทดสอบโดยใช้อุลตราโซนิค (ULTRASONIC)

ทั้งนี้ผลการทดสอบจะต้องได้รับการรับรองจากผู้เชี่ยวชาญจากสถาบันที่เชื่อถือได้ รายละเอียดเกี่ยวกับการตรวจสอบรอยเชื่อมนอกเหนือจากที่กำหนดในข้อกำหนดนี้ให้เป็นไปตามมาตรฐาน AWS

10.การซ่อมแซมรอยเชื่อม

ก. บริเวณที่ได้รับการตรวจสอบรอยเชื่อมแล้วพบว่ามีปัญหา จะต้องทำการขจัดทิ้งและทำการเชื่อมแล้วตรวจสอบใหม่

ข. ในบริเวณโลหะเชื่อมที่มีรอยแตกจะต้องขจัดรอยเชื่อมออกวัดจากปลายรอยแตกไม่น้อยกว่า 50 มม. และทำการเชื่อมใหม่

ค. หากองค์อาคารเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างขึ้นจากการเชื่อมจะต้องทำการแก้ไขให้ได้รูปทรงที่ถูกต้องหรือเสริมความแข็งแรงให้มากกว่าหรือเทียบเท่ากับรูปทรงที่เกิดจากการเชื่อมที่ถูกต้อง

11.งานสลักเกลียว

สลักเกลียวที่ใช้ ใช้สลักเกลียวชนิด

ก. การตอกสลักเกลียวจะต้องกระทำด้วยความประณีตโดยไม่ทำให้เกลียวเสียหาย

ข. ต้องแน่ใจว่าผิวรอยต่อเรียบและผิวที่รองรับจะต้องสัมผัสกันเต็มหน้าก่อนจะทำการขันเกลียว

ค. ขันรอยต่อด้วยสลักเกลียวทุกแห่งให้แน่นโดยใช้กุญแจปากตายที่ถูกขนาด

ง. ให้ขันสลักเกลียวให้แน่นโดยมีเกลียวโผล่จากสลักเกลียวไม่น้อยกว่า 3 เกลียว หลังจากนั้นให้ทุบปลายเกลียวเพื่อป้องกันมิให้สลักเกลียวคลายตัว

12.การต่อและประกอบในสนาม

ก. ให้ปฏิบัติตามที่ระบุในแบบขยายและคำแนะนำในการยกติดตั้งโดยเคร่งครัด

ข. ค่าผิดพลาดที่ยอมให้ ให้ถือปฏิบัติตามมาตรฐานสากล

ค. จะต้องทำนั่งร้าน ค้ำยัน ยึดโยง ฯลฯ ให้พอเพียง เพื่อยึดโครงสร้างให้แน่นอยู่ในแนวและตำแหน่งที่ต้องการเพื่อความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานจนกว่างานประกอบจะเสร็จเรียบร้อยและแข็งแรงดีแล้ว

ง. หมุด (RIVET) ให้ใช้สำหรับยึดชิ้นส่วนต่าง ๆ เข้าหากันโดยไม่ให้เหล็ก (โลหะ) เกิดการบิดเบี้ยวชำรุดเท่านั้น

จ. ห้ามใช้วิธีตัดด้วยแก๊สเป็นอันขาด นอกจากจะได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงาน

ฉ. สลักเกลียวยึดและสมอให้ติดตั้งโดยใช้แบบนำเท่านั้น

ช. แผ่นรอง (BASE PLATE)

(1) ใช้ตามที่กำหนดในแบบขยาย

(2) ให้รองรับและปรับแนวด้วยลิ่มเหล็ก

(3) หลังจากได้ยกติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้อัดมอร์ต้าชนิดที่ไม่หดตัว (NON-SHRINK MORTAR) ใต้แผ่นรองให้แน่นแล้วตัดขอบลิ่มให้เสมอกับขอบแผ่นรองโดยทิ้งส่วนที่เหลือไว้ในที่

(4) ในกรณีทีใช้ ANCHOR BOLT จะต้องฝัง ANCHOR BOLT ให้ได้ตำแหน่งและความสูงที่ถูกต้องและระวังไม่ให้หัวเกลียวบิด งอ เสียรูปหรือขึ้นสนิม และถ้าไม่มีการระบุในแบบให้ยึดขันกับแผ่นรองโดยใช้ DOUBLE NUTS

13.การป้องกันเหล็กมิให้ผุกร่อน

ก. เกณฑ์กำหนดทั่วไป

งานนี้หมายรวมถึง การทาสีและการป้องกันการผุกร่อนของงานเหล็กให้ตรงตามบทกำหนดและแบบและให้เป็นไปตามข้อกำหนดของสัญญานี้ทุกประการ

ข. ผิวที่จะทาสี

(1) การทำความสะอาด

(I) ก่อนจะทาสีบนผิวใด ๆ ยกเว้นผิวที่อาบโลหะจะต้องขัดผิวให้สะอาดโดยใช้เครื่องมือชนิดที่เหมาะสม จากนั้นให้ขัดด้วยแปรงลวดเหล็กและกระดาษทรายเพื่อขจัดเศษโลหะที่หลุดร่อนออกให้หมด แต่ต้องพยายามหลีกเลี่ยงการใช้เครื่องขัดด้วยลวดเป็นระยะเวลานานเพราะอาจทำให้เนื้อโลหะไหม้ได้

(II) สำหรับรอยเชื่อมและผิวเหล็กที่ได้รับความกระทบกระเทือนจากการเชื่อมจะต้องเตรียมผิวสำหรับทาสีใหม่เช่นเดียวกับผิวทั่วไปตามวิธีในข้อ (I)

(III) ทันทีก่อนที่จะทาสีครั้งต่อไปให้ทำความสะอาดผิวซึ่งทาสีไว้ก่อน หรือผิวที่ฉาบไว้จะต้องขจัดสีที่ร่อนหลุดและสนิมออกให้หมดและจะต้องทำความสะอาดพื้นที่ส่วนถูกน้ำมันและไขมันต่าง ๆ แล้วปล่อยให้แห้งสนิทก่อนจะทาสีทับ

(2) สีรองพื้น

หากมิได้ระบุเป็นอย่างอื่น งานเหล็กรูปพรรณทั้งหมดให้ทาสีชนิด EPOXY PAINTED กรรมวิธีการทาให้ยึดถือตามผู้ผลิตวัสดุสี ซึ่งจะต้องส่งขออนุมัติจากวิศวกรผู้คุมงานก่อน ในกรณีที่เหล็กรูปพรรณฝังในคอนกรีตไม่ต้องการทาสีทั้งหมดแต่จะต้องขัดผิวให้สะอาดก่อนเทคอนกรีตหุ้ม

14.การป้องกันไฟ

ชิ้นส่วนเหล็กรูปพรรณส่วนที่เป็นโครงสร้าง จะต้องให้มีการป้องกันไฟโดยให้ถือปฏิบัติตาม

“มาตรฐานป้องกันอัคคีภัย” ของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ ที่ 0001-26 และ ASTM E 119 ทุกประการ ส่วนวิธีการที่ใช้ผู้รับจ้างจะต้องเสนอวิธีการดังกล่าวให้แก่ผู้ออกแบบพิจารณาอีกครั้ง

หมวดที่ 4 รายการประกอบแบบงานวิศวกรรมระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

ข้อกำหนดทั่วไป

1.1. บทนำ

1.1.1. ข้อความในเอกสารฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของสัญญาจ้างเหมางานก่อสร้าง และให้ใช้บังคับครอบคลุมการดำเนินการก่อสร้างทั้งหมด ทั้งนี้หากมีข้อความในเอกสารฉบับนี้ขัดแย้งกับสัญญา

1.1.2. วัสดุและอุปกรณ์ตลอดจนการติดตั้งระบบต่างๆตามข้อกำหนดต้องมีความเหมาะสมกับการใช้งานภายใต้สภาพภูมิอากาศแวดล้อมของประเทศไทย ดังข้อมูลต่อไปนี้

- ความสูงใกล้เคียงระดับน้ำทะเลปานกลาง
- อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 40 oC (104 oF)
- อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 30 oC (86 oF)
- ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ย 94 %
- ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 79 %

1.2 ขอบเขตของงาน

1 จัดหาและติดตั้งระบบไฟฟ้า ระบบสื่อสาร ระบบสัญญาณต่างๆที่ถูกต้องและสมบูรณ์ทั้งภายในและภายนอกอาคาร รวมทั้งระบบอื่นๆ ที่เขียนไว้ในแบบ รายการประกอบแบบ และเอกสารที่มีที่แนบมาด้วย

2 จัดหาวิศวกรไฟฟ้าสาขาไฟฟ้ากำลัง ประเภทสามัญวิศวกรขึ้นไปเป็นวิศวกรโครงการ โดยต้องเป็นผู้ที่มีความสามารถ มีประสบการณ์ในการทำงานอย่างน้อย 3 ปีขึ้นไป และสามารถทำงานและประสานงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี

3 จัดหาหัวหน้าช่างและช่างผู้ชำนาญงานที่มีประสิทธิภาพ และมีจำนวนเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงานได้ทันทีและแล้วเสร็จทันตามแผนงาน

4 ประสานงานกับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร ผู้รับจ้างระบบปรับอากาศ ผู้รับจ้างระบบสุขาภิบาล ผู้รับจ้างตู้สาขาโทรศัพท์ ผู้รับจ้างระบบลิฟต์ ผู้รับจ้างตกแต่งภายในและผู้รับจ้างรายอื่นตามแต่ที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนดในภายหลังเพื่อให้การปฏิบัติงานตามแบบและรายการนี้เสร็จสิ้นสมบูรณ์ตามระยะเวลาที่กำหนด

5 ติดต่อประสานงานกับหน่วยงานที่รับผิดชอบงานระบบไฟฟ้า ในการดำเนินการปักเสาและพาดสายแรงสูง การตรวจอุปกรณ์ และการติดตั้งระบบไฟฟ้า รวมถึงการจัดเตรียมเอกสารต่างๆ เพื่อใช้ประกอบการขอไฟฟ้าจากทางการไฟฟ้าฯ สำหรับการติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงสูง ผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายต่างๆ ให้กับหน่วยงานของการไฟฟ้าฯ โดยตรง

6 ติดต่อประสานงานกับหน่วยงานที่ให้บริการโทรศัพท์ เพื่อติดตั้งสายโทรศัพท์เข้ามาที่ตัวอาคารจนถึงแผงต่อสายโทรศัพท์ของอาคาร ทั้งนี้ผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายให้กับหน่วยงานหรือบริษัทที่ให้บริการโทรศัพท์นั้นโดยตรง

7 จัดทำการทดสอบและทดลองเครื่อง ตลอดจนแก้ไขปรับแต่งให้ได้ตามที่ระบุในแบบและความต้องการของผู้ว่าจ้าง ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการตรวจสอบเครื่อง และตรวจรับมอบงานรวมทั้งค่าไฟฟ้าและค่าน้ำต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

1.3 การขออนุมัติวัสดุ

1.1.1 ผู้รับจ้าง จะต้องทำเอกสารขออนุมัติวัสดุทุกชนิดที่ใช้ในโครงการ

1.1.2 เอกสารขออนุมัติวัสดุ กำหนดให้ส่งขออนุมัติขั้นต่ำ 4 ชุด ได้แก่ ผู้ออกแบบ 1 ชุด ผู้ควบคุมงาน 2 ชุด ผู้รับจ้าง 1 ชุด นอกเหนือจากผู้ว่าจ้างหรือผู้ควบคุมงานจะกำหนดเป็นอย่างอื่น

1.1.3 เอกสารขออนุมัติวัสดุ จะต้องประกอบขึ้นด้วยเอกสารตัวจริงจากทางผู้ผลิต ถ้าเอกสารบางส่วนจำเป็นต้องใช้สำเนา เช่น เอกสารแสดงมาตรฐาน สำเนาจะต้องมีความคมชัดใกล้เคียงของจริง สามารถอ่านได้อย่างชัดเจน

1.1.4 เอกสารขออนุมัติวัสดุ จะต้องจัดทำ Index หรือแผ่นคั่น อย่างละเอียด เพื่อให้การตรวจสอบเอกสารเป็นไปอย่างชัดเจน รวดเร็ว และเข้าใจตรงกันทุกฝ่าย

1.1.5 นอกเหนือจากเอกสารหรือ Catalogue ทั่วไปที่ใช้ในการขออนุมัติวัสดุแล้ว เอกสารขออนุมัติวัสดุจะต้องมีส่วนประกอบขั้นต่ำ ดังนี้

- ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุตามรายการประกอบแบบ เป็นเอกสารที่แสดงว่า วัสดุที่ขออนุมัติ มีคุณสมบัติตรงตามรายการประกอบทุกประการหรือไม่ ถ้าคุณสมบัติวัสดุข้อใดเป็นไปตามข้อกำหนด ให้ระบุในตารางด้วยว่า ตรวจสอบคุณสมบัติได้ที่หน้าใดของเอกสาร แต่ถ้าคุณสมบัติวัสดุข้อใดที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ให้ชี้แจงเหตุผลประกอบการพิจารณาด้วย และตารางเปรียบเทียบ จะต้องประทับตราบริษัทผู้ผลิต พร้อมทั้งเซ็นกำกับโดยวิศวกรผู้ที่รับผิดชอบในการทำตารางนี้
- รายการอุปกรณ์ทั้งหมดของระบบที่ใช้ในการขออนุมัติวัสดุ อันประกอบด้วย ยี่ห้อ รุ่น จำนวนที่ใช้ และมาตรฐานรองรับ เนื่องจากวัสดุบางระบบ ประกอบด้วยวัสดุย่อยหลายชนิด ยกตัวอย่าง ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด จะประกอบด้วย กล้อง ชุดครอบกล้อง เลนส์ จอแสดงผล ชุดควบคุม คีย์บอร์ด แร็ค และยูพีเอส เป็นต้น
- รายการคำนวณ และใบแสดงมาตรฐานรองรับ ตามที่ระบุไว้ในรายการประกอบแบบของอุปกรณ์นั้นๆ
- ผลงานการติดตั้งในอดีตของผู้ผลิต (Project Reference) อย่างน้อยสองปี
- หากเป็นระบบที่ต้องมีการซ่อมบำรุงรักษา ให้นำเสนอตารางแสดงระยะเวลาในการให้บริการซ่อมบำรุงรักษาประกอบด้วย

1.4 การปฏิบัติงาน

1.4.1 การกำหนดตำแหน่งวัสดุและอุปกรณ์ ผู้รับจ้างต้องตรวจดูแบบและข้อกำหนดอื่นๆที่มีความเกี่ยวข้องกับงานนี้ เช่น แบบสถาปัตยกรรม แบบโครงสร้าง ระบบปรับอากาศ ระบบสุขาภิบาลเป็นต้น เพื่อกำหนดตำแหน่งของวัสดุอุปกรณ์ให้ได้ตามแบบและไม่ขัด

กับงานอื่นๆ เมื่อตำแหน่งของวัสดุ และ/หรือ อุปกรณ์ที่จะติดตั้งขัดกันกับงานอื่น ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบทันทีที่ตรวจพบก่อนกำหนดที่จะติดตั้ง เพื่อผู้ว่าจ้างจะได้จัดให้มีการทำความตกลงแก้ไข ถ้าตำแหน่งที่ติดตั้งวัสดุ และ/หรือ อุปกรณ์ขัดกับงานอื่นหลังจากที่ได้ติดตั้งไปแล้ว โดยผู้รับจ้างไม่ได้แจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบตามกำหนด ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้แก้ไข โดยผู้รับจ้างจะเรียกค่าจ้างเพิ่มหรือขอต่อเวลาทำงานมิได้

1.4.2 กรณีที่งานของผู้รับจ้างต้องทำหรือติดตั้งใกล้กับงานระบบอื่นๆ หรือพื้นที่ที่หลักฐานปรากฏว่างานของผู้รับจ้างกีดขวางการทำงานของระบบอื่นๆ ผู้รับจ้างต้องช่วยเหลือขยับขยายหรือ จัดเนื้อที่หรือ พื้นที่เพื่อให้พอใจแก่ทุกฝ่าย ถ้าผู้รับจ้างติดตั้งงานไปก่อนที่จะร่วมพิจารณากับงานระบบอื่นๆ ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนแปลง ดัดแปลงหรือแก้ไขงานของผู้รับจ้างเพื่อให้เข้ากับงานอื่นๆ ได้โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มจากผู้ว่าจ้าง

1.4.3 วัสดุหรืออุปกรณ์ยี่ห้อใดที่ถูกกำหนดให้ใช้ในรายการที่แนบหรือในแบบ ให้ถือว่าผู้รับจ้างต้องหามาติดตั้งในระบบไฟฟ้า หากจะใช้วัสดุหรือยี่ห้ออื่นที่ต่างออกไปจากที่กำหนดก็ต้องมีคุณภาพเทียบเท่าหรือดีกว่าที่ถูกกำหนดให้ใช้ แต่ทั้งนี้ต้องเสนอเป็นลายลักษณ์อักษรเพื่อขออนุมัติใช้วัสดุ หรืออุปกรณ์ที่เทียบเท่าหรือดีกว่าต่อผู้ว่าจ้างก่อน ผู้รับจ้างต้องเสนอราคาเปรียบเทียบของอุปกรณ์วัสดุที่กำหนดไว้ในแบบหรือรายการกับอุปกรณ์หรือวัสดุที่ขออนุมัติใช้แทน ถ้าผู้รับจ้างติดตั้งหรือใช้วัสดุยี่ห้ออื่นที่ไม่ได้กำหนดไว้ในรายการนี้หรือแบบนี้ โดยมิได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง ผู้ว่าจ้างถือสิทธิที่จะให้ผู้รับจ้างถอดถอนอุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าวออกโดยผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

1.4.4 ผู้รับจ้างต้องมีเครื่องมือเครื่องใช้ในการปฏิบัติงานที่มีประสิทธิภาพ และเป็นชนิดที่ถูกต้องเหมาะสมกับประเภทของงานที่ทำเป็นจำนวนที่เพียงพอ ผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะบังคับให้ผู้รับจ้างเพิ่มและเปลี่ยนแปลงจำนวน และประเภทของเครื่องมือต่างๆ เมื่อเห็นว่าผู้รับจ้างมีเครื่องมือไม่เพียงพอหรือใช้เครื่องมือที่ไม่ถูกต้องเหมาะสมกับการทำงาน

1.5 มาตรฐานและกฎข้อบังคับต่างๆ

ในการปฏิบัติงานติดตั้ง ให้ยึดถือมาตรฐานและกฎข้อบังคับต่าง ๆ ที่ใช้อ้างอิง ยกเว้นกรณีมีกำหนดแน่นอนในแบบหรือรายละเอียด หากมีข้อขัดแย้งระหว่างแบบและมาตรฐาน หรือระหว่างมาตรฐานอ้างอิงต่างๆ ให้ถือคำชี้ขาดของวิศวกรออกแบบหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเป็นที่สิ้นสุด มาตรฐานอ้างอิงประกอบด้วย

ว.ส.ท. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

กฟภ. การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

กฟน. การไฟฟ้านครหลวง

ม.อ.ก. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

BS British Standard

DIN Deutsher Industrie Normen (German Industrial standard)

IEC International Electro-technical Commission

NEMA National Electrical Manufacturers Association

NFPA National Fire Protection Association

UL Underwriter's Laboratories,Inc.

VDE Verband Dentsher Electro techniker (German Electrical Regutation and Codes)

1.6 สถาบันตรวจสอบ

ในกรณีที่ต้องมีการทดสอบคุณภาพของวัสดุและอุปกรณ์เพื่อการขออนุมัติใช้ติดตั้งในโครงการนี้ ให้สามารถทดสอบในสถาบันดังต่อไปนี้

- คณะวิศวกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี
- สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
- กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม
- การไฟฟ้านครหลวงหรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- สถาบันอื่นๆที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปและได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง

1.7แบบแปลนและคู่มือ

1.7.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบใช้งาน (Shop drawing) และแบบแสดงการติดตั้งของอุปกรณ์ ซึ่งเขียนด้วย Autocad R.14 (อย่างต่ำ) ขนาดของแบบต้องเท่ากับแบบของผู้ว่าจ้าง จำนวน 5 ชุด เสนอให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนที่จะติดตั้ง การแก้ไขแบบจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างก่อนจึงจะดำเนินการได้

1.7.2 ในระหว่างปฏิบัติงาน ผู้รับจ้างจะต้องทำแบบติดตั้งจริงให้ถูกต้องตลอดเวลา หากมีการเปลี่ยนแปลงต่างไปจากแบบ เช่น เปลี่ยนแนวการเดินท่อ หรือมีการเปลี่ยนแปลงใดๆ ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบตามที่สร้างจริงลงในกระดาษเขียนแบบ พร้อมทั้งบันทึกแสดงรายการและรายละเอียดที่ได้แก้ไขจากแบบใช้งานเดิม และแบบตามที่สร้างจริง พร้อมทั้งวิศวกรควบคุมการติดตั้งจะต้องลงนามรับรองความถูกต้องและส่งมอบให้ผู้ว่าจ้าง 5 ชุด ในวันส่งมอบงานพร้อมด้วยแบบต้นฉบับ เขียนในกระดาษไขสามารถพิมพ์ได้ 2 ชุด และ CD 2 ชุด มีขนาดมาตราส่วนเดียวกับผู้ออกแบบ

1.7.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำหนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษา แสดงวิธีที่ใช้และระยะเวลาของการบำรุงรักษา รวมอะไหล่และอื่นๆ เป็นภาษาไทย สำหรับเครื่องมือและอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ผู้รับจ้าง

นำมาใช้จำนวน 5 ชุด มอบให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน หนังสือคู่มือทั้งหมดผู้รับจ้างต้องส่งร่างเสนอผู้ว่าจ้าง 3 ชุด เพื่อตรวจสอบ และขอความเห็นชอบก่อนการส่งมอบจริง

1.8 การทดสอบวัสดุอุปกรณ์และระบบ

1. ผู้รับจ้างต้องจัดทำตารางแผนงานการทดสอบ,เอกสารแสดงวิธีการทดสอบ และข้อแนะนำจากผู้ผลิตในการทดสอบวัสดุและอุปกรณ์ เสนอขออนุมัติต่อผู้ควบคุมงานอย่างน้อย 14 วัน ก่อนการดำเนินการทดสอบ
2. อุปกรณ์และเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในการทดสอบ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหามาทั้งหมดและจะต้องเป็นอุปกรณ์ที่ได้มาตรฐาน
3. ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่องและระบบตามหลักวิชาและข้อกำหนด โดยมีผู้ควบคุมงานและวิศวกรไฟฟ้าอยู่ร่วมขณะทำการทดสอบทุกครั้ง
4. ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบฟอร์มการทดสอบเสนอขออนุมัติต่อวิศวกรควบคุมงานก่อนทำการทดสอบ และผลของการทดสอบให้จัดส่งให้ผู้ควบคุมงานจำนวน 5 ชุด
5. ค่าใช้จ่ายต่างๆที่เกิดขึ้นในระหว่างการทดสอบวัสดุอุปกรณ์และระบบ ให้เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

1.9 การส่งมอบงาน

1.9.1 การตรวจสอบผลการดำเนินงานติดตั้งเป็นช่วงๆ ตามลักษณะงานและความเหมาะสมทางเทคนิค ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ เครื่องมือทดสอบ ทำการทดสอบตามมาตรฐานต่อหน้า ผู้ควบคุมงานก่อนที่จะปิดช่องท่อหรือฉาบปูนผนัง เมื่อทดสอบแล้วผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดอุปกรณ์ต่างๆให้เรียบร้อย

1.9.2 การทดสอบ ทดลองเครื่อง และปรับแต่งระบบภายหลังการติดตั้งเสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานสากล และรายละเอียดข้อกำหนด

1.9.3 การส่งมอบงาน เมื่องานเสร็จสมบูรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการดังนี้

ก) ผู้รับจ้างจะต้องเดินเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้เต็มที่เป็นระยะเวลา 12 ชม.ติดต่อกัน หากมีจุดบกพร่องต้องแก้ไขจนเป็นที่พอใจของผู้ว่าจ้าง

ข) ผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดระบบต่างๆให้เรียบร้อย และจัดทำป้ายชื่อที่เป็นตัวหนังสือและเครื่องหมายต่างๆ รหัสสีท่อ และลูกศรตามมาตรฐานความปลอดภัยและการบำรุงรักษา

ค) รายการสิ่งของต่างๆ ต่อไปนี้ที่ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน คือ

- แบบสร้างจริงกระดาษไข จำนวน 2 ชุด
- แบบสร้างจริงพิมพ์เขียว จำนวน 5 ชุด
- หนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ จำนวน 5 ชุด

- เครื่องมือพิเศษสำหรับใช้ในการปรับแต่งและบำรุงรักษา เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ทางผู้ผลิตส่งมาให้
- CD สำหรับการฝึกอบรม จำนวน 5 ชุด

1.9.4 การส่งและรับมอบงานต้องเป็นเอกสารลงนามเป็นลายลักษณ์อักษรอย่างน้อยประกอบด้วยผู้ว่าจ้างหรือผู้รับมอบอำนาจ ผู้ควบคุมงานและผู้รับจ้าง

1.10 การรับประกัน

1.10.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพและสมรรถนะของเครื่องภายในระยะเวลา 2 ปี / 730 วันนับจากวันที่มีการลงนามในเอกสารรับมอบงานแล้ว

1.10.2 ภายในช่วงเวลาดังกล่าวหากเครื่องและอุปกรณ์เสียหายหรือเสื่อมคุณภาพอันเนื่องจากโรงงานผลิต หรือฝีมือการติดตั้งที่ไม่ได้ตามมาตรฐาน ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไข ซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพดีเช่นเดิมโดยทันที และรับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด ถ้าเกิดความเสียหายแก่ทรัพย์สินของผู้ว่าจ้างอันเนื่องจากข้อบกพร่องของงานของผู้รับจ้าง ให้ผู้รับจ้างรับผิดชอบต่อความเสียหายอันพึงมีนั้นทั้งหมด หากผู้รับจ้างไม่เริ่มแก้ไขนับแต่วันที่หนังสือแจ้งจากผู้ว่าจ้างแล้วภายใน 7 วัน และดำเนินการให้เสร็จเรียบร้อยในระยะเวลาที่เหมาะสม ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะจัดหาผู้อื่นมาดำเนินการเอง และคิดค่าใช้จ่ายทั้งหมดจากผู้รับจ้าง

1.10.3 ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันเปลี่ยน และ/หรือแก้ไขวัสดุอุปกรณ์และงานท่อทั้งหมด รวมทั้งข้อผิดพลาด ซึ่งผู้ว่าจ้างตรวจพบไม่ว่าก่อนหรือหลังจากการตรวจรับงาน

1.11 การบริการ

1.11.1 ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมช่างผู้ชำนาญมาทำการตรวจเช็ค ซ่อมแซมและบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดีเป็นประจำทุกเดือน ตลอดระยะเวลารับประกัน หลังจากรับมอบงานแล้ว

1.11.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงานผลการตรวจเช็ค ซ่อมแซมและบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ เสนอต่อผู้ว่าจ้างภายใน 7 วันนับจากวันที่ตรวจเช็คทุกครั้ง

2. แผงสวิทช์ไฟฟ้าแรงต่ำและสวิตช์ตัดตอนอัติโนมัติ

2.1 ทั่วไป

2.1.1 ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการติดตั้งสวิตช์บอร์ด รายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ติดตั้งในแผงไฟฟ้า ให้ผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนการสั่งซื้อและจัดสร้างแผงสวิตช์บอร์ด

2.1.2 ขั้วต่อโหลดในแผงสวิตช์บอร์ด และแผงสวิตช์ไฟย่อยต้องอยู่ในตำแหน่งที่ต่อได้ง่าย โดยไม่ต้องข้ามหรือพาดผ่านสาย หรือ บัสของเฟสเพื่อต่อโหลด

2.1.3 ที่สวิตช์บอร์ด หรือแผงสวิตช์บอร์ดที่จ่ายจากระบบไฟฟ้าต้องมีการบอกตำแหน่งหรือขั้วของเฟส (L1, L2, L3, N, PE)

2.1.4 การจัดเรียงเฟสที่บัสบาร์ต้องเรียงเฟสจากหน้าไปหลัง จากบนมาล่าง หรือจากซ้ายไปขวา เมื่อมองจากทางด้านหน้าของสวิตช์บอร์ดหรือแผงไฟฟ้า

2.1.5 จะต้องมีพื้นที่ว่างเพียงพอสำหรับงอสายเข้าที่ขั้วต่อสาย โดยไม่ทำให้ฉนวนเสียหาย หรือเกิดผลกระทบต่ออายุการใช้งานของสาย

2.2 แผงสวิตช์จำหน่ายย่อย (Sub distribution panel)

2.2.1 แผงเมนสวิตช์บอร์ดต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC 60439-1 สำหรับระบบไฟฟ้า 415/240V, 3 เฟส, 4สาย, 50Hz และจะต้องมีคุณสมบัติตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าท้องถิ่น

2.2.2 โรงงานที่ประกอบตู้เมนสวิตช์บอร์ดจะต้องมีประสบการณ์การทำตู้เมนสวิตช์บอร์ดมาแล้วไม่น้อยกว่า 3 ปี โดยมีวิศวกรไฟฟ้ากำลัง ประเภทสามัญเป็นผู้ควบคุมการประกอบ

2.2.3 ตัวตู้เป็นแบบติดลอยกับผนังทำด้วยแผ่นเหล็กขาวหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มม. สำหรับความกว้างไม่เกิน 350 มม. และหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม. เมื่อความกว้างมากกว่า 550 มม. ประตูและฝาตู้ในส่วนด้านหน้าให้ทำเป็นแบบพับขอบโดยมีด้านหนึ่งแขวนยึดกับโครงตู้ด้วย Removable pin hinge สามารถถอดออกได้โดยง่าย ในส่วนประตูด้านหน้าให้ใช้ Key lock

2.2.4 การระบายความร้อนภายในตู้ให้ระบายโดยวิธีธรรมชาติไหลเวียนผ่านช่องเกร็ดทางด้านข้างขนาดเหมาะสม พร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลงตาม IP31 มาตรฐาน IEC 60529

2.2.5 ชิ้นส่วนที่เป็นโลหะทุกชิ้นต้องพ่นสีป้องกันการกัดกร่อนโดยสีผง Polyester epoxy และอบที่อุณหภูมิสูงตามมาตรฐานของผู้ผลิตสีตู้กำหนด มีความหนา 50-70μ และผ่านการทดสอบป้องกันการกัดกร่อนตามมาตรฐาน IEC 60068

2.2.6 Degree of protection ของตู้ไม่ต่ำกว่า IP 31 ตามมาตรฐาน IEC 60529, Form1- IEC60439-1.

2.2.7 บัสบาร์ทองแดงจะต้องเป็นทองแดงแบบ Non-deoxidized electrolytic copper และมีการนำกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 98% IACS มีขนาดสามารถรับกระแสไฟฟ้าต่อเนื่องไม่น้อยกว่าสวิตช์ตัดตอนโดยอุณหภูมิของบัสบาร์ขณะใช้งานเต็มที่ต้องไม่เกินตามข้อกำหนดของมาตฐาน IEC60439-1 ที่อุณหภูมิห้องเฉลี่ยต่อ 24 ชั่วโมง ไม่เกิน 35˚C อุณหภูมิสูงสุด 40˚C ผิวของบัสบาร์เป็นแบบ Bare copper (ถ้าในแบบม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น) แสดงบัสบาร์แต่ละเฟสโดยสัญญลักษ์ L1, L2, L3, N, PE สำหรับเส้นศูนย์ และเส้นดินตามลำดับ

2.2.8 Busbar holder ต้องเป็นวัสดุประเภท Fiber glass reinforce polyester หรือ Epoxy resin โดยยึดด้วย Bolt และ Nut ห้ามใช้วัสดุในตระกูล Bekellite หรือ Phenolics

2.2.9 ให้จัดเตรียมช่องสำหรับใส่แผ่นเอกสารหรือตารางตรวจเช็คติดตั้งไว้ที่ฝาประตูด้านหน้าทุกประตู

2.2.10 เครื่องวัดและอุปกรณ์ ชนิดที่ติดตั้งหน้าตู้ให้เป็นชนิด Switchboard mounted ขนาดหน้าปัทม์ไม่เล็กกว่า 96 x 96 มม.

2.2.10.1 Current transfromer (CT) ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน BS IEC หรือ DIN สำหรับระบบแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 1000 V 50 Hz เป็นแบบ Encapsulated หรือ Molded case โดยมี Secondary current 5A และ Accuracy class 1 (IEC Standard) หรือดีกว่า

2.2.10.2 Ammeter และ Voltmeter ต้องเป็นแบบ Switchboard mounted สเกลชนิด 90 องศา Accuracy class 1.5 หรือดีกว่า

2.2.10.3 Kilowatt hour meter ใช้ชนิด unbalance load, Accuracy class II เหมาะสำหรับการใช้งานกับ Instrument transformer

2.2.10.4 Pilot lamp ผลิตตามมาตรฐาน DIN หรือ NEMA เป็นแบบ Flush mounted ใช้หลอด Incandescent 0.6 W 6 V พร้อมหม้อแปลงลดแรงดันจาก 240 V เป็น 6 V เพื่อใช้กับหลอดไฟ หรือเป็นหลอด LED ฝาครอบเป็นพลาสติกแบบ Lens ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 มม.

2.2.10.5 Selector switch จำนวน 7 step สำหรับ Volt selector switch และ 4 step สำหรับ Amp selector switch

2.2.11 สายไฟหุ้มฉนวนที่ใช้ภายในตู้สำหรับระบบควบคุม ให้ใช้สายชนิด Flexible annealed copper Class 5 หรือ 6, 750volt, PVC insulated, 105°C ในรางสาย หรือท่ออ่อน เพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวน และปลายสายไฟฟ้าทุกเส้นต้องมีหมายเลขกำกับเป็นแบบปลอกสวม

2.2.12 สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติให้ใช้ยี่ห้อเดียวกันหมด

2.3 **แผงสวิตช์ย่อย (PANEL BOARD & LOAD CENTER)**

2.3.1 แผงเมนสวิตช์บอร์ดต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC 60439-1, หรือ IEC 60439-3 หรือ BS 5486 Part 13 และ TIS. 1436-2540 สำหรับระบบไฟฟ้า 415/240V, 3เฟส, 4สาย, 50Hz ตู้, บัสบาร์ และฉนวนยึดบัสบาร์จะต้องสามารถรองรับการลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 25kA/0.3วินาที และจะต้องมีคุณสมบัติตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าท้องถิ่น

2.3.2 ตัวตู้เป็นแบบติดลอยที่ผนังทำด้วย Zinc coated steel sheet หรือ Phosphate mild steel sheet และพ่นเคลือบด้วยสี Epoxy powder มีฝาสำหรับเปิด-ปิดด้านหน้ายึดกับตัวตู้ด้วยสกรูปลายตัด และติดตั้งตัวล็อคฝาตู้ชนิดสลักเลื่อนหรือสลักหมุน มีที่ว่างภายในตู้อย่างเพียงพอสำหรับการร้อยสายไฟ

2.3.3 บัสบาร์ผลิตจากทองแดงหรือทองแดงเคลือบด้วยดีบุกความสามารถรับกระแสพิกัดตามที่ระบุในรายการตารางโหลดไฟฟ้า บัสบาร์ภายในตู้ต้องถูกออกแบบให้สามารถติดตั้งเบรคเกอร์สำหรับวงจรย่อยได้ทั้งชนิด 1 เฟส และ 3 เฟสได้ด้วยระบบ Plug-on พร้อมทั้งให้มีแผ่นพลาสติกปิดคลุมเพื่อป้องกันการสัมผัสโดยตรง

2.3.4 ตัวตู้ต้องจัดเตรียมขั้วต่อสายดินและขั้วต่อสายศูนย์ที่สามารถรับสายไฟขนาดตามที่ระบุในรายการตารางโหลด

2.3.5 เมนเซอร์กิตเบรคเกอร์เป็นชนิด Molded case ตามมาตรฐาน IEC 60947-2 มีขนาดพิกัด Amp trip และ Amp frame ตามที่กำหนดในรายการตารางโหลด เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Feeder circuit breaker ต้นทาง

2.3.6 เซอร์กิตเบรคเกอร์วงจรย่อยเป็นชนิด Thermal-magnetic type และเป็นแบบ Plug-on ตามมาตรฐาน IEC 60947-2 หรือ IEC 60898 มีขนาดตามที่ระบุในรายการตารางโหลด โดยเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับเมนเซอร์กิตเบรคเกอร์

2.3.7 ต้องมีผังแสดงวงจรตู้ที่ชัดเจนติดตั้งไว้หลังฝาตู้เพื่อแสดงถึงหมายเลขวงจร, ขนาดของเซอร์กิตเบรคเกอร์, ขนาดสาย, และโหลดที่จำหน่ายไฟให้ เพื่อง่ายต่อการบำรุงรักษาและตรวจสอบแก้ไข

2.3.8 การติดตั้งตู้ให้ยึดติดกับผนังด้วย Expansion bolt หรือบน supporting ที่เหมาะสมโดยติดที่ระดับสูง 1800 มม. จากพื้นถึงระดับบนของตัวตู้

2.4 **CIRCUIT BREAKER**

2.4.1 ต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60947-2 พร้อมใบรับรองผลการทดสอบจากสถาบันหน่วยงานอิสระที่เชื่อถือได้ประกอบการพิจารณาอนุมัติ

2.4.2 ต้องเป็นแบบปลดได้โดยอิสระ (Trip free) และต้องปลดสับได้ด้วยมือ ถึงแม้ว่าปกติการปลดสับจะทำโดยวิธีอื่นก็ตาม

2.4.3 ต้องมีเครื่องหมายแสดงอย่างชัดเจนว่าอยู่ในตำแหน่งสับหรือปลด

2.4.4 ถ้าเป็นแบบปรับตั้งได้ต้องเป็นแบบการปรับตั้งค่ากระแสหรือเวลาโดยในขณะใช้งานกระทำได้เฉพาะผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้อง

2.4.5 ต้องมีเครื่องหมายแสดงพิกัดของแรงดัน กระแส และความสามารถในการตัดกระแสที่เห็นได้ชัดเจนและถาวรหลังจากการติดตั้งแล้ว หรือเห็นได้เมื่อเปิดแผ่นกั้นหรือฝาครอบ

2.4.6 Main circuit breaker เป็นแบบ ACB หรือ MCCB ตามที่ระบุนแบบชนิด Manual operate พร้อม Spring assisted Closing mechanism สำหรับ ACB นอกจากในกรณีที่กำหนดให้เป็นแบบ Motor operating mechanism ด้วย Main circuit breaker ต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ประกอบเพื่อทำงานตาม Function ต่างๆ อย่างน้อยดังนี้

1.1.1.1.1.1.1. Solid state trip unit สำหรับการทำงานดังนี้

Over current protection และสามารถปรับได้

Ground fault protection ตามที่ระบุไว้ในแบบ และสามารถปรับได้

Instantaneous trip และสามารถปรับได้

Long time delay และ Short time delay setting และสามารถปรับได้

1.1.1.1.1.1.2. Breaker position indicating device สำหรับแสดงสภาวะของ Circuit breaker ว่าอยู่ในสถานะ “On”, “Off”,หรือ ”Isolated” อย่างชัดเจน

1.1.1.1.1.1.3. Local “On” / “Off” Push button สำหรับ Manual closing และ Tripping circuit breaker

1.1.1.1.1.1.4. ในกรณีที่ Circuit breaker เป็นแบบ Drawn out type ต้องจัดให้มีการ Interlock ลักษณะดังนี้คือ

- Circuit breaker จะต้องไม่สามารถเสียบเข้าหรือดึงออกหาก Circuit breaker อยู่ในตำแหน่ง “On” หรือ “Closed”
- Circuit breaker จะต้องไม่สามารถสับ “Closed” ได้นอกจาก Circuit breaker จะอยู่ในตำแน่ง“Connected”, “Test” หรือ “Isolated” อย่างดีแล้ว

1.1.1.1.1.1.5. Auxiliary contacts สำหรับการทำ Interlock , local status indication หรือ Control ทั้งนี้ให้จัดเตรียม Spare ไว้ 50% หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ

1.1.1.1.1.1.6. ให้จัดเตรียม Key lock หรือ Pad lock (ในกรณีที่กำหนดให้มี)

1.1.1.1.1.1.7. อุปกรณ์ประกอบอื่นๆที่จำเป็นต้องมีสำหรับการทำ Function ต่างๆตามที่กำหนดในข้อกำหนดนี้หรือตามที่ระบุในแบบ

2.4.7 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 ยกเว้นว่าได้ระบุเป็นอย่างอื่นในแบบ

2.4.8 Main Circuit breaker, Feeder Circuit breaker และ Sub feeder Circuit breaker ต้องมีขนาด Rated continuous current และ Rated short circuit interrupting capacity ทั้งนี้ค่า Rated short circuit interrupting capacity ให้ใช้ค่า 415 VAC ตามมาตรฐาน IEC 60947-2

2.4.9 Circuit breaker ทุกรุ่นที่ติดตั้งจะต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60947-2 พร้อมใบรับรองผลการทดสอบจากสถาบันหน่วยงานอิสระที่เชื่อถือได้ประกอบการพิจารณาอนุมัติ

2.5 **เซฟตี้สวิตช์ (Safety switch)**

2.5.1 ต้องผลิตตามาตรฐาน NEMA KS1 และ UL98 เป็นตู้ NEMA TYPE 1 สำหรับติดตั้งภายในอาคาร และ NEMA TYPE 3R สำหรับติดตั้งภายนอกอาคาร สวิตช์เป็นแบบ General duty สำหรับ 1-phase, 2-wire และแบบ Heavy duty สำหรับ 3-phase, 4-wire.

2.5.2 ต้องปลดหรือสับวงจรได้พร้อมกันทุกๆตัวนำเส้นไฟ ในกรณีที่เป็นแบบมีฟิวส์ ฟิวส์ต้องรวมอยู่ในกล่องเดียวกันและจะเปิดฝาได้ต่อเมื่อได้ปลดวงจรแล้ว หรือการเปิดฝานั้นเป็นผลให้วงจรถูกปลดด้วย และต้องสามารถปลดและสับกระแสใช้งานในสภาพปกติได้

2.5.3 การติดตั้งให้ติดตั้งกับผนังตามระบุในแบบ โดยระดับความสูงจากพื้น 1800 มม. ถึงระดับบนของสวิตช์ ถ้าในบริเวณนั้นไม่มีผนังให้ติดตั้งบนขายึดโครงเหล็กที่แข็งแรง และติดตั้งสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1000 มม.

2.5.4 กรณีที่ติดตั้งภายนอกอาคารต้องเลือกใช้รุ่นที่บริภัณฑ์ห่อหุ้มออกแบบมาสำหรับใช้ภายนอกได้เท่านั้นคือ NEMA TYPE 3R

2.6 **สวิตช์ตัดตอน (Load break switch)**

2.6.1 สวิตช์ตัดตอนแรงต่ำให้ใช้เป็น Load break switch แบบ Non-fusible

2.6.2 กล่องหุ้มทำด้วย Polycarbonate IP56

2.6.3 สวิตช์ตัดตอนให้ติดตั้งเหนือพื้นสำเร็จ 500 มม. ยกเว้นจะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบ

2.7 **ฟิวส์และขั้วรับฟิวส์**

2.7.1 เป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 506-2527 และ มอก. 507-2527

2.7.2 พิกัดกระแสของฟิวส์ต้องไม่สูงกว่าขั้วรับฟิวส์ ทำจากวัสดุที่เหมาะสม มีการป้องกันหรือหลีกเลี่ยงการผุกร่อนเนื่องจากการใช้โลหะต่างชนิดกันระหว่างฟิวส์และขั้วรับฟิวส์ และต้องมีเครื่องหมายแสดงพิกัดแรงดันและกระแสให้เห็นได้อย่างชัดเจน

2.8 **อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ**

2.8.1 อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จด้านเมนสวิตช์บอร์ด(MDB EMDB)

ป้องกันแรงดันเสิร์จ (Surge Protection Device) Class I+II / B+C เป็นอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ป้องกัน 2 Classes ในแต่ละเฟสใช้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ที่เมนไฟฟ้ารวมทั้งแผงไฟฟ้าที่จ่ายให้กับอาคารเป็นชุดแรก และ/ หรือ จาก LPZ0 – LPZ 1,2 โดยติดตั้งแบบขนานโดยที่ Class I/B เป็น Arc Quenching Spark Gap (SPD1.1) และ Class II/C เป็น MOV (SPD1.2) โดยที่อุปกรณ์ทั้งสองจะต้องทำงานประสานกันเป็นอย่างดีโดยผู้ติดตั้งต้องแสดงผลทดสอบการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ทั้งสอง class ที่ไม่ต่ำกว่า 100 kA (8/20) ในกรณีที่มีความเสียหายของอุปกรณ์ตัวใดตัวหนึ่ง อุปกรณ์ที่เหลือจะต้องยังสามารถช่วยป้องกันระบบได้อยู่ และสามารถถอดเปลี่ยนที่ละ Class ได้โดยมีรายละเอียดทางเทคนิคดังนี้

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ Class I / B (SPD1.1)

IEC Category/ EN Type /VDE		I/T1/B
No of Pole		3 Pole
Nominal Voltage	Un	230 Vac
Max.Continuous operating voltage	Uc	≥335 Vac
Lightning Test Current (10/350)	Iimp	≥50 kA
Nominal discharge current (8/20)	In	≥50 kA
Protection level	Up	≤1.5 kV
Immunity to short circuit (with max backup fuse)		50 kA

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ Class II / C (SPD1.2)

IEC Category/ EN Type /VDE		II/T2/C
No of Pole		3 Pole
Nominal Voltage	Un	230 Vac
Max. Continuous operating voltage	Uc	≥335 Vac
Nominal discharge current (8/20)	In	≥20 kA

Max. Discharge current (8/20)		Imax	≥40 kA
Protection level		Up	≤1.5 kV

กรณีการติดตั้งแบบ TT/TN-S ให้ผู้ติดตั้งเพิ่ม SPD N-PE ระหว่างนิวตรัลและกราวด์โดยมีรายละเอียดดังนี้

IEC Category/ EN Type /VDE		I/T1/B	
Nominal Voltage	Un	230 Vac	
Max. Continuous operating voltage	Uc	≥260 Vac	
Lightning Test Current (10/350)		Iimp	≥100 kA
Nominal discharge current (8/20)		In	≥100 kA
Protection level		Up	≤1.5 kV

ให้ติดตั้งอุปกรณ์แบบขนานผ่าน Back up Fuse ขนาด 125 A จุดต่อลงดินให้มีการต่อผ่าน Ground terminal block ที่มีการต่อลง DIN Rail เพื่อลดผลกระทบจากความยาวสายต่อแรงดันป้องกันโดยรวม

2.8.2 อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จด้านแผงสวิตช์จำหน่ายย่อย(DP)

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ (Surge Protection Device) Class II / T2 เป็นอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จที่สร้างจาก MOV ใช้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ที่ตู้ควบคุมไฟฟ้า โดยมีรายละเอียดทางเทคนิคดังนี้

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ Class I,II

IEC Category/ EN Type		II /T2	
No of Pole		4 Pole	
Nominal Voltage	Un	230-240 Vac	
Max. Continuous operating voltage	Uc	≥275 Vac	
Nominal discharge current (8/20)		In	≥20 kA
Max. discharge current (8/20)		Imax	≥40 kA
Protection level (L-N/ N-PE)		Up	≤1.35 kV/1.5 kV

ให้ติดตั้งอุปกรณ์แบบขนานผ่าน Back up Fuse ขนาด 125 A จุดต่อลงดินให้มีการต่อผ่าน Ground terminal block ที่มีการต่อลง DIN Rail เพื่อลดผลกระทบจากความยาวสายต่อแรงดันป้องกันโดยรวม

2.9 **Mimic diagram และแผ่นป้าย**

2.9.1 สวิตช์บอร์ด และตู้ควบคุมไฟฟ้าทุกระบบให้ผู้รับจ้างจัดหาและติดตั้ง Mimic diagram ให้เห็นแนวทางเดินไฟที่ตู้โดยใช้พลาสติกมีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร กว้างอย่างต่ำ 10 มม. สีดำสำหรับแผงสวิตช์ระบบไฟฟ้าปกติ และสีแดงสำหรับแผงสวิทช์ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินหรือสีที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ โดยยึดกับแผงสวิตช์อย่างแน่นหนา

2.9.2 สวิตช์บอร์ด ตู้ควบคุมไฟฟ้า และแผงไฟฟ้าย่อยให้ผู้รับจ้างจัดหาและติดตั้งป้ายชื่อตามแบบโดยใช้ป้ายพลาสติกพื้นสีดำแกะสลักอักษรขาวและเคลือบผิวด้วยพลาสติกใสติดหน้าตู้

2.9.3 ให้ผู้รับจ้างจัดทำรายละเอียดและรายการที่ต้องทำเพื่อขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อสร้างก่อนดำเนินการสั่งทำและติดตั้ง

2.10 **การติดตั้ง**

2.10.1 ให้ผู้รับจ้างติดตั้งตู้แผงเมนสวิตช์บอร์ดและแผงไฟฟ้าอื่นๆตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบหรือตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดให้เปลี่ยนแปลงจากแบบ โดยก่อนการนำตู้ลงจากพาหนะขนส่งเพื่อติดตั้งต้องตรวจสอบสภาพของตู้ก่อนว่าไม่มีความเสียหายจากการขนส่ง เช่น สีถลอกหรือบุบ หรืออื่นๆ หากมีสภาพเสียหายให้ผู้ทำการขนส่งลงนามรับทราบเพื่อประโยชน์ทางด้านการประกันการขนส่ง หากไม่ได้ให้ผู้ทำการขนส่งลงนามรับผิดชอบ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อความเสียหายที่เกิดขึ้นเอง

2.10.2 หากห้องหรือพื้นที่ที่จะทำการติดตั้งยังก่อสร้างไม่แล้วเสร็จให้ผู้รับจ้างเก็บรักษาตู้ไม่ให้ได้รับความเสียหายจากการก่อสร้างต่างๆ และจะต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายทุกประการที่เกิดขึ้น

2.10.3 สำหรับตู้ตั้งพื้นผู้รับจ้างต้องจัดทำฐานคอนกรีตเสริมเหล็กเพื่อรองรับตู้ โดยสูงจากพื้นห้องที่ติดตั้งขึ้นมาอีก 100 มม. ฐานต้องกว้างและยาวกว่าตัวตู้ด้านละ 100 มม. โดยให้ลบมุมสันทุกด้านของฐานให้มนเรียบ ผิวของฐานต้องทำการขัดมันและต้องได้ระดับ

2.10.4 การติดตั้งแผงสวิตช์เมนบอร์ดให้ติดตั้งยึดกับฐานแท่นคอนกรีตด้วย Expansion bolt ไม่น้อยกว่า 4 จุดตามมุมทั้ง 4 ด้านอย่างแน่นหนา

2.10.5 ก่อนดำเนินการจ่ายไฟฟ้าเข้าตู้ผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดตู้ทั้งภายนอกและภายในให้เรียบร้อย พร้อมกับตรวจสอบความเป็นฉนวนระหว่างแต่ละเฟส และเฟสกับสายดินว่าไม่มีการลัดวงจรกัน

2.10.6 เมื่อจ่ายไฟเข้าตู้แล้วผู้รับจ้างต้องทำการปรับค่าต่างๆ เช่นการปรับเซตค่าศูนย์ของมิเตอร์ต่างๆ หรือการปรับกระแสตัดวงจรและเวลาตัดวงจรของสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ

2.11 การทดสอบ

แผงสวิตช์ต้องผ่านการตรวจสอบและทดสอบโดยการไฟฟ้าท้องถิ่น ทั้งนี้ผู้รับจ้างต้องจัดส่งรายละเอียดต่างๆให้กับการไฟฟ้าท้องถิ่น ถ้าหากมีสิ่งใดที่ต้องแก้ไขหรือเปลี่ยนเพื่อให้ผ่านการตรวจดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ดำเนินการโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่ม

3. เครื่องมือวัดแบบดิจิตอล (DIGITAL METER)

3.1. ทั่วไป

3.1.1. ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ เครื่องมือวัดแบบดิจิตอล ให้สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี

3.1.2. ระบบเครื่องมือวัดแบบดิจิตอลที่นำเสนอ จะต้องมีความสามารถที่จะเชื่อมต่อกับระบบ Computer Network ได้เป็นอย่างดี และสามารถแสดงค่า และเก็บ DATA BASE ต่างๆไว้ที่ SOFTWARE ของระบบ ได้

3.1.3. การติดตั้งสายสัญญาณระหว่างเครื่องมือวัดแบบดิจิตอล ที่แผงเมนประธานสวิตซ์จ่ายไฟ,แผงย่อยสวิตซ์ไฟฟ้า และกิโลวัตต์-ฮาวน์มิเตอร์(กรณีที่มีใช้) กับ Computer Network หรือ RS485/RS422 แล้วแต่ที่มีการระบุในแบบ ทางผู้รับจ้างต้องติดตั้งสายสัญญาณชนิด Twisted sheild pair 2P-16AWG หรือสายสัญญาณตามคำแนะนำของผู้ผลิตใช้ในการเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างเครื่องมือวัดแบบดิจิตอล เพื่อเก็บข้อมูล ประมวลผลข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

3.2 **ขอบเขตของงาน**

3.2.1 เครื่องมือวัดแบบดิจิตอล ที่ใช้สำหรับแผงเมนประธานสวิตซ์จ่ายไฟ (MDB, EMDB)

3.2.2 เครื่องมือวัดแบบดิจิตอล ต้องผลิตและรับรองจากมาตรฐานสากล และตามมาตรฐานการทดสอบความแม่นยำ (Accuracy) ดังนี้

- Active Energy Class : IEC62053-22 Class 0.5s
- Electrostatic discharge immunity : IEC61000-4-2, Level 3
- Radiated, radio-frequency, electromagnetic : IEC61000-4-3, Level 4

Field immunity test

- Electrical fast transient/burst immunity test : IEC61000-4-4, Level 3
- Surge immunity test : IEC61000-4-5, Level 3
- Immunity to Conducted disturbances, : IEC61000-4-6, Level 3

  Induced by radio-frequency fields

- Power frequency magnetic field immunity test : IEC61000-4-6, Level 3
- Power frequency immunity test : IEC61000-4-8
- Oscillatory waves immunity test : IEC61000-4-12 Level 3
- Over voltage class : CATIII
- Conducted emissions : EN55022, Class B
- Radiated emissions : EN55022, Class B

3.2.1.2 เครื่องมือวัดแบบดิจิตอลที่ใช้สำหรับแผงเมนประธานสวิตซ์จ่ายไฟ ควรมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- การแสดงผล : 96 x 96mm , LCD, Display หรือดีกว่า
- Power Supply : 230VAC +10%

- Consumption : < 10 VA
- Current input : 5A
- Permanent overload : 1.2 In
- (Instantaneous current : 10 times/sec)
- (Instantaneous voltage : 2 times/sec)
- Maximum voltage inputs : 600 V AC (direct L-L)
- Power frequency withstand voltage : AC2KV/minute
- Impulse withstand voltage : 4KV (peak)
- ความถี่ : 45-65 Hz
- อุณหภูมิการใช้งาน : -10 to +55 degree of C. degree of C.
- อุณหภูมิสะสม : -40 to +70 degree of C.
- ความชื้นสัมพันธ์ : 5to 90% RH (non-condensing)
- ระดับการป้องกัน : IP52(front) IP30(case)
- Insulation resistance : 50MΩ
- Memory : ไม่น้อยกว่า 2 Mb
- Harmonic Resolution : Individual Harmonic up to 31st
- ค่าความแม่นยำ (Accuracy):
    - แรงดัน และกระแส: 0.2%
    - กำลังไฟฟ้า : 0.5%
    - ค่าประกอบกำลังไฟฟ้า : 0.5%
    - พลังงานไฟฟ้า : Complies with IEC62053-22 Class 0.5S
    - THD : 1%
    - Individual Harmonics : 1%
    - Un-balance : 1%

- 3.2.1.3 เครื่องมือวัดแบบดิจิตอล ต้องสามารถแสดงผลค่าทางไฟฟ้าที่หน้าจอแสดงผล โดยต้องมี
    - ความสามารถแสดงค่าทางไฟฟ้าอย่างน้อย ดังต่อไปนี้
    - สามารถแสดงค่ากระแส (I1, I2, I3, and IN, and average)
    - แสดงค่าแรงดัน (phase to phase and phase to neutral, and average
    - ค่าแรงดัน และกระแส unbalance (U and I unbalance rated)
    - ค่าแรงดัน และความถี่ที่เปลี่ยนแปลง (voltage and frequency deviation)
    - ค่ากำลังงานไฟฟ้าจริง (kW per phase and total)

- ค่ากำลังงานไฟฟ้ารีแอคตีฟ (kVAR per phase and total)
- ค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ (kVA per phase and total)
- ค่าประกอบกำลังไฟฟ้า (P.F. per phase and total)
- ความถี่ (Frequency)
- ฮาร์โมนิกส์แยกลำดับ (Individual Harmonic up to 31st order of current and voltage)
- พลังงานจากฮาร์โมนิกส์ (harmonic energy)
- ฮาร์โมนิกส์ ratio (harmonic ratio U, I)
- ฮาร์โมนิกส์ RMS (harmonic RMS U, I, P)
- แรงดัน crest factor และ กระแส k factor
- ค่าต่ำสุดและสูงสุดของแรงดัน, กระแส, กำลังไฟฟ้า (min/max of U, I, P, Q)
- ค่า demand และค่า demand สูงสุด ของกระแส, กำลังไฟฟ้า(demand and maximum demand of I, P, Q, S)
- ชั่วโมงการทำงาน (run hour)
- เครื่องวัดต้องมีหน่วยความจำเพื่อเก็บบันทึกค่าต่างๆได้ ไม่น้อยกว่า 64 Mb (64 Mbit Memory)

3.2.1.4เครื่องมือวัดแบบดิจิตอล จะต้องมีคุณสมบัติในการติดต่อสื่อสาร และความสามารถในการควบคุม ดังนี้

- การติดต่อสื่อสาร เป็นชนิด Modbus RTU protocol ความเร็ว ไม่ต่ำกว่า 38,400 bps Baud rate

3.2.3 เครื่องมือวัดแบบดิจิตอล ที่ใช้สำหรับแผงย่อยสวิตซ์ไฟฟ้า (Distribution Board)

3.2.3.1 เครื่องมือวัดแบบดิจิตอล ต้องผลิตและรับรองจากมาตรฐานสากล และตามมาตรฐานการทดสอบความแม่นยำ (Accuracy) ดังนี้

- Active Energy Class : IEC62053-22 Class 0.5s
- Electrostatic discharge immunity : IEC61000-4-2, Level 3
- Radiated, radio-frequency, electromagnetic : IEC61000-4-3, Level 4
- Field immunity test
- Electrical fast transient/burst immunity test : IEC61000-4-4, Level 3
- Surge immunity test : IEC61000-4-5, Level 3
- Immunity to Conducted disturbances, : IEC61000-4-6, Level 3
- Induced by radio-frequency fields
- Power frequency magnetic field immunity test : IEC61000-4-6, Level 3

- Power frequency immunity test : IEC61000-4-8
- Oscillatory waves immunity test : IEC61000-4-12 Level 3
- Over voltage class : CATIII
- Conducted emissions : EN55022, Class B
- Radiated emissions : EN55022, Class B

3.2.2.2 เครื่องมือวัดแบบดิจิตอลที่ใช้สำหรับแผงย่อยสวิตช์จ่ายไฟควรมีลักษณะและคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้:

การแสดงผล	:	96 x 96mm , LCD Display หรือดีกว่า
Power Supply	:	85~265 VAC; 85-265 VDC
Consumption	:	< 10 VA
Current input	:	5A
ความถี่	:	45 – 65Hz
อุณหภูมิการใช้งาน	:	-10 to 55 degree of C.
อุณหภูมิสะสม	:	-40 to +70 degree of C.
ความชื้นสัมพันธ์	:	5 to 90% RH (non-condensing)
ระดับการป้องกัน	:	IP52(front) IP30(case)
Insulation resistance	:	50MΩ
Harmonic Resolution	:	Individual Harmonic up to 31st

ค่าความแม่นยำ (Accuracy)

- แรงดัน และกระแส: 0.2%
- กำลังไฟฟ้า : 0.5%
- ค่าประกอบกำลังไฟฟ้า : 0.5%
- พลังงานไฟฟ้า : Complies with IEC62053-22 Class 0.5S
- THD : 1%
- Individual Harmonics : 1%
- Un-balance : 1%

3.2.2.3 เครื่องมือวัดแบบดิจิตอล ต้องสามารถแสดงผลค่าทางไฟฟ้าเฉลี่ย และสูงสุด ณ ขณะนั้นได้ โดยต้องมีความสามารถแสดงค่าทางไฟฟ้าอย่างน้อย ดังต่อไปนี้:

- สามารถแสดงค่ากระแส (I1, I2, I3, and IN and average)

- แสดงค่าแรงดัน (phase to phase and phase to neutral and average)
- ค่าแรงดัน และกระแส un-balance
- ค่าแรงดัน และความถี่ที่เปลี่ยนแปลง (voltage and frequency deviation)
- ค่ากำลังงานไฟฟ้าจริง (kW per phase and total)
- ค่ากำลังงานไฟฟ้ารีแอคตีฟ (kVAR per phase and total)
- ค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ (kVA per phase and total)
- ค่าประกอบกำลังไฟฟ้า (P.F. per phase and total)
- ความถี่
- พลังงานไฟฟ้าจริง, ทั้งสี่แกน (4 quadrant kWh)
- พลังงานไฟฟ้า รีแอคตีฟ, ทั้งสี่แกน (4 quadrant kVARh)
- ผลรวมฮาร์โมนิกส์ (THD) และ ฮาร์โมนิกส์แยกลำดับ (Individual Harmonic up to 31st order of current and voltage)
- พลังงานจากฮาร์โมนิกส์ (harmonic energy)
- ฮาร์โมนิกส์ ratio (harmonic ratio U, I)
- ฮาร์โมนิกส์ RMS (harmonic RMS U, I, P)
- แรงดัน crest factor และ กระแส k factor
- ค่าต่ำสุดและสูงสุดของแรงดัน, กระแส, กำลังไฟฟ้า (min/max of U, I, P, Q)
- ค่า demand และค่า demand สูงสุด ของกระแส, กำลังไฟฟ้า(demand and maximum demand of I, P, Q, S)
- ชั่วโมงการทำงาน (run time)

3.2.2.4 เครื่องมือวัดแบบดิจิตอล จะต้องมีคุณสมบัติในการติดต่อสื่อสาร และความสามารถในการควบคุมดังนี้

- การติดต่อสื่อสาร เป็นชนิด Modbus RTU protocol ความเร็ว ไม่ต่ำกว่า 38,400 bps Baud rate

3.2.3 เครื่องมือวัดค่าพลังงานไฟฟ้าแบบดิจิตอล ที่ใช้สำหรับร้านค้า, ห้องพัก หรือพื้นที่เช่า (Digital Kilowatt Hour Meter For Retail)

เครื่องมือวัดสัญญาณทางไฟฟ้าแบบดิจิตอลนี้ ต้องผลิตและรับรองจากมาตรฐานสากลดังนี้

- Electrostatic discharge immunity test : IEC61000-4-2 Level 4
- Radiated immunity test : IEC61000-4-3 Level 3
- Electrical fast transient/burst immunity test : IEC61000-4-4 Level 4
- Surge immunity test : IEC61000-4-5 Level 4
- Conduct & Radiated Emission : EN55022, Class B
- Active Energy Class : IEC62053-21 Class1

3.2.3.1 เครื่องมือวัดแบบ 1 เฟส

- จอแสดงผล : LCD, 6 digits
- Installation : DIN rail
- Measurement Display : แรงดัน (U), กระแส (I), กำลังไฟฟ้า (P),
- พลังงานไฟฟ้า (kWh)
- Voltage Input : 230 VAC
- Current Input : Direct $\leq$ 63A $\leq$ CT Type (5A)
- Starting Current : 0.4% Ib
- Pulse Output : 1000imp/kWh
- LED Indicates : indicate Pulse Output
- Power Consumption : < 2W
- Operating Temperature : -10 to +55 degree of C°
- Relative Humidity : 5 to 90% (non-condensing)
- Insulating Property
  - Power frequency withstand voltage : AC2kV
  - Impulse withstand Voltage : 6kV (peak)
- ความถี่ : 50/60 Hz
- ค่าความแม่นยำ (Accuracy) : Comply to IEC62053-21 Class1
  - การติดต่อสื่อสาร : Direct to RS485 Communication Port

    ความเร็วในการส่งข้อมูลไม่น้อยกว่า 9,600 kbps และมีสัญญาณ Pulse output

3.2.3.2 เครื่องมือวัดแบบ 3 เฟส

- จอแสดงผล : LCD Display 6 digits
- Installation : DIN rail
- Measurement Display : แรงดัน (U), กระแส (I), ค่ากำลังงานไฟฟ้าจริง

  (P), เพาเวอร์แฟคเตอร์ (PF), ความถี่ (Hz)

  , พลังงานไฟฟ้า (kWh & kVarh)
- Voltage Input : 220/380 VAC
- Current Input : Direct type up to 63A or External CT Type
- Starting Current : 0.4% In

- Pulse Output : 1000imp/kWh or 3600imp/kWh
- LED Indicates : Pulse Output
- Power Consumption : < 10VA
- Operating Temperature : -10 to +55 degree of C°
- Relative Humidity : 5 to 90% (non-condensing)
- Insulating Property
  - Power frequency withstand voltage : AC2kV
  - Impulse withstand Voltage : 6kV (peak)
- ความถี่ : 50/60 Hz
- ค่าความแม่นยำ (Accuracy) : Comply to IEC62053-21 Class1
- การติดต่อสื่อสาร : Direct to RS485 Communication Port

  ความเร็วในการส่งข้อมูลไม่น้อยกว่า 9,600 kbps

  และสัญญาณ Pulse output

4. อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ

SPD (Surge Protection Device)

4.1ข้อกำหนดทั่วไป

3.1.3.1. ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จเพื่อป้องกันความเสียหายเนื่องจากแรงดันเสิร์จที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ตู้ เมนไฟฟ้าที่จ่ายให้กับอาคาร(MDB), แผงวงจรย่อย, ระบบสายสัญญาณ, ระบบโทรศัพท์, ระบบวัดและควบคุม

3.1.3.2. อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ (SURGE PROTECTION DEVICE) ต้องมีคุณสมบัติได้ตามมาตรฐานดังต่อไปนี้

3.1.3.3. DIN VDE 0675 part 6, EN 61643-11(ไฟฟ้ากำลัง), EN 61643-21(สัญญาณ), UL1449

3.1.3.4. อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันเพื่อการทำงานที่ประสานสัมพันธ์ระหว่างกัน

3.1.3.5. การดำเนินการติดตั้งให้เป็นไปตามกฎการเดินสายและติดตั้งของการไฟฟ้านครหลวง, การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, หรือ มาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.)

3.1.3.6. อุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งต้องเป็นของใหม่100%ไม่เคยใช้งานมาก่อน

4.2 **ข้อกำหนดทางเทคนิค**

4.2.1 การป้องกันด้าน POWER SUPPLY 400/230 Vac , 24 Vdc

4.2.1.1 SPD1 For MDB

- อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ (Surge Protection Device) Class I+II/ B+C เป็นอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ป้องกัน 2 Classes ในแต่ละเฟสใช้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ที่เมนไฟฟ้ารวมทั้งแผงไฟฟ้าที่จ่ายให้กับอาคารเป็นชุดแรก และ/ หรือ จาก LPZ0 – LPZ 1,2 โดยติดตั้งแบบขนานโดยที่ Class I/B เป็น Spark Gap (SPD1.1)ที่สามารถกำจัดกระแสไหลตามได้มากกว่าค่ากระแสลัดวงจร และ Class II/C เป็น MOV (SPD1.2) โดยที่อุปกรณ์ทั้งสองจะต้องทำงานประสานกันเป็นอย่างดีโดยผู้รับจ้างต้องแสดงผลทดสอบการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ทั้งสอง class ในกรณีที่มีความเสียหายของอุปกรณ์ตัวใดตัวหนึ่ง อุปกรณ์ที่เหลือจะต้องยังสามารถช่วยป้องกันระบบได้อยู่ และสามารถถอดเปลี่ยนได้ ให้มีอุปกรณ์นับการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จที่เริ่มนับการทำงานตั้งแต่ 500 A โดยมีรายละเอียดทางเทคนิคดังนี้

4.2.1.1.1 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ Class I / II , T1/T2 : Spark Gap Technology

IEC Category/ EN Type /VDE : I / II , T1/T2

Nominal Voltage Un : 400/230 Vac

Max.Continuous operating voltage Uc (1.45xUn) : ≥264 Vac

Lightning Tested Current (10/350)Iimp : ≥50 kA (per pole)

Nominal discharged current (8/20) In : ≥50 kA (per Pole)

Protection level Up (L-N) : ≤2.5 kV

Follow Current If (at 264 V) : 50 kA (กรณีหม้อแปลง1250 kVA ขึ้นไป)

: 25 kA (กรณีหม้อแปลงไม่เกิน 1000 kVA)

Temporary Overvoltages withstand (Ufov) :

415 V 5s. (Withstand mode)

760 V 120min. (Withstand mode)

4.2.1.1.2 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ Class II / C : MOV Technology

IEC Category/ EN Type /VDE : II/T2/C

Nominal Voltage Un : 230 Vac

Max.Continuous operating voltage : Uc ≥440 Vac

Nominal discharged current (8/20) In : ≥15 kA (per pole)

Max. discharged current (8/20) Imax : ≥40 kA (per pole)

Protection level Up (L-N) : ≥2.2 kV

4.2.1.1.3 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ Class I / B : Spark Gap Technology) for N-PE

IEC Category/ EN Type /VDE : I/II ,T1/T2

Nominal Voltage Un : 230 Vac

Max.Continuous operating voltage Uc : ≥350Vac

Lightning Tested Current (10/350)Iimp : ≥100 kA

Nominal discharged current (8/20) In : ≥100 kA

Protection level Up (L-N) : ≤1.5 kV

Follow Current If (at 264 V) : 100 A

- ให้ติดตั้งอุปกรณ์แบบขนานผ่าน Back up Fuse ขนาด 125 A (ยกเว้น SPD 1.3) และจุดต่อลงดินให้มีการต่อผ่าน Ground terminal block ที่มีการต่อลง DIN Rail เพื่อลดผลกระทบต่อความยาวสายและแรงดันป้องกันโดยรวม

4.2.1.2 SPD2 : For DB นอกอาคาร, DB บนหลังคา, Elevator control panel, MATV

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ (Surge Protection Device) Class I,II / T1,T2 เป็นอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จที่สร้างจาก MOV ที่ผ่านการทดสอบทั้ง 2 Classes ในแต่ละเฟสใช้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ที่ตู้ควบคุมไฟฟ้าที่ติดตั้งไกล้หลังคา หรือตู้ควบคุมลิฟท์ โดยมีรายละเอียดทางเทคนิคดังนี้

4.2.1.2.1 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ Class I/II : MOV Technology

IEC Category/ EN Type	I,II /T1,T2
Nominal Voltage Un	400/230 Vac
Max.Continuous operating voltage Uc L-N/N-PE	≥335 Vac/264 Vac
Lightning Tested Current (10/350)Iimp	≥12.5 kA
Nominal discharged current (8/20) In	≥12.5 kA
Max. Discharge Current (8/20) Imax	≥50 kA
Protection level Up at In (L-N/L-PE/N-PE)	≤1.2 kV/2kV/1.7 kV

ให้ติดตั้งอุปกรณ์แบบขนานผ่าน Back up Fuse ขนาด 100 A จุดต่อลงดินให้มีการต่อผ่าน Ground terminal block ที่มีการต่อลง DIN Rail เพื่อลดผลกระทบต่อความยาวสายและแรงดันป้องกันโดยรวม

4.2.1.3 SPD3 For DB ในอาคาร

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ (Surge Protection Device) Class II / T2 เป็นอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จที่สร้างจาก MOV ใช้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ที่ตู้ควบคุมไฟฟ้า โดยมีรายละเอียดทางเทคนิคดังนี้

4.2.1.3.1 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ Class I/II : MOV Technology

IEC Category/ EN Type	II /T2

Nominal Voltage Un	400/230 Vac
Max.Continuous operating voltage Uc L-N/N-PE	≥385 Vac/264 Vac
Nominal discharged current (8/20)	≥40 kA
Max. discharged current (8/20)	≥80 kA
Protection level Up at In (L-N/N-PE)	≤2 kV/1.7 kV

ให้ติดตั้งอุปกรณ์แบบขนานผ่าน Back up Fuse ขนาด 100 A จุดต่อลงดินให้มีการต่อผ่าน Ground terminal block ที่มีการต่อลง DIN Rail เพื่อลดผลกระทบต่อความยาวสายและแรงดันป้องกันโดยรวม

4.2.1.4 SPD4 สำหรับการป้องกันที่อุปกรณ์โดยตรง

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ (Surge Protection Device) Class II / T2 เป็นอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จสำหรับป้องกัน PABX , CCTV, Fire Alarm Control Panel, BAS, Lighting control, PLC และอื่นๆ สร้างจาก MOV ใช้สำหรับติดตั้งหน้าอุปกรณ์สื่อสารต่างๆ ตู้ควบคุมไฟฟ้า โดยมีรายละเอียดทางเทคนิคดังนี้

4.2.1.4.1 AC Type DIN Rail Mounting

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ Class III

IEC Category/ EN Type	III / T3
Nominal Voltage Un	230 Vac
Nominal current In	26 A
Max.Continuous operating voltage Uc	≥264 Vac
Nominal discharged current (8/20)	≥3 kA
Protection level Up(L-N/ L-PE/N-PE)	≤1.3 kV/1.5 kV/1.5 kV

4.2.1.4.2 DC Type DIN Rail Mounting

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ Class III

IEC Category/ EN Type	III / T3

Nominal Voltage Un 24 Vdc/ac

Nominal Current In 26 A

Max.Continuous operating voltage Uc 34 Vdc/ac

Nominal discharge current (8/20) ≥1 kA

Protection level Up(L-N/ L-PE/N-PE) ≤250 V /650 V/650 V

4.2.2 การป้องกันด้านสื่อสาร, ข้อมูล, สัญญาณวัดและควบคุม

4.2.2.1 SPD สำหรับ ระบบโทรศัพท์ จะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

ใช้สำหรับป้องกัน PABX จากเสิร์จ โดยให้ติดตั้งที่คู่สายนอก และสายในที่วิ่งออกนอกอาคารโดยให้ติดตั้งที่ MDF อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จจะต้องสามารถติดตั้งได้บนขั้วต่อสายชนิด LSA PLUS โดยอาจเป็นชุดป้องกันเสิร์จหนึ่งตัวต่อหนึ่งคู่สายหรือ หนึ่งตัวต่อสิบคู่สาย ตามความเหมาะสม

	Telephone protection
Arrester rate voltage (Uc)	185 DC
Nominal current	300 mA
Nominal surge discharge current / path (8/20 μs) (In)	5 kA/5 kA
Total surge current (8/20μs)	10 kA
Protection level Up Core-Core/Core-G	260 V / 800 V
Response time Core-Core/Core-G	1ns / 100 ns
Temperature	-20 ๐C - +85 ๐C
Degree of protection	IP20

4.2.2.2 SPD สำหรับระบบ Local Area Network (LAN), IP Camera (CCTV), Lighting Control

ใช้สำหรับป้องกันระบบ Local Area Network (LAN) และ IP Camera จากเสิร์จ โดยให้ติดตั้งที่สายสัญญาณที่วิ่งเข้าออกจากภายนอกอาคาร โดยให้ติดตั้งที Managed Switching Devices หรือ Switching devices และอุปกรณ์ที่ติดตั้งนอกอาคาร อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จจะต้องสามารถรองรับ Power Over Ethernet (PoE)

	EIB/KNX	Cat. 6/Cat.5/PoE
Arrester rate voltage (Uc)	40Vdc	≤3.3 V
Nominal current (25 ⁰C)	650mA	1.5 A.
Nominal surge discharge current (8/20 µs) (In) core-core/core-G	300A (Core-Core)	100 A/2 kA per signal path
Total surge current (8/20 µs)	10 kA	10 kA
Output voltage limit at 1 kv/µs core-core/core-G	-	9V / 700 V
Cut-off frequency (3dB)	6MHz	500 MHz
Response time core-core/core-G	1ns/100ns	1 ns/ 100 ns
Housing	Plastic	Zinc die cast
Connector	-	RJ45

4.2.2.3 SPD สำหรับ Antenna, MATV

ใช้สำหรับป้องกันระบบสายสัญญาณระบบ MATV จากเสิร์จ โดยให้ติดตั้งที่สายสัญญาณที่วิ่งเข้าออกจากภายนอกอาคาร โดยให้ติดตั้งทีจานรับสัญญาณ สาอากาศ และชุดขยายสัญญาณ MATV จากนอกอาคาร

	Main from SAT	TV Socket
Arrester rate voltage (Uc)	280 Vdc	180Vdc
Nominal current	5 A	1.5 A
Nominal surge discharge current (8/20 µs) (In) core-G/core-Sheild	20 kA/20 kA	2.5kA
Residual surge current (8/20µs)	20 kA	2.5 kA
Output Voltage limitation at 1kV/ µs core-Shield	<900V	<600V
Cut off frequency (3dB)	> 3 GHz	> 3 GHz

4.3 **โครงสร้างและการติดตั้ง**

4.3.1 อุปกรณ์ป้องกันนี้จะต้องประกอบกันอยู่ภายในสิ่งห่อห่อหุ้มที่แข็งแรง และมี ฝาปิด-เปิด ที่แข็งแรง พร้อมที่ล็อคฝาหรืออาจติดตั้งภายใน MDB หรือ DB หรือ Control panel หรือ Rack ที่มีอยู่

4.3.2 กรณีติดตั้งในกล่อง ตัวกล่องที่บรรจุอุปกรณ์ป้องกันนี้ ต้องมีขนาดที่เหมาะสมไม่เล็กหรือใหญ่เกินไปสามารถนำไปติดตั้งที่ผนังหรือตั้งพื้นได้โดยสะดวก

4.3.3 Housing หรือ Body ของตัวอุปกรณ์ป้องกันต้องทำด้วยพลาสติกชนิดไม่ติดไฟตามมาตรฐาน UL94V-0 (Flame Resistance Plastic) หรือ วัสดุที่ดีกว่า

5. สายไฟฟ้า

5.1 **มาตรฐาน**

5.1.1 สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี เป็นไปตามมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก.11-2553

5.1.2 สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมหุ้มฉนวนพีวีซี เป็นไปตามมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก.293-2541

5.1.3 สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงกด์พอลิเอทิลีน เป็นไปตามมาตรฐาน IEC60502-1

5.1.4 สายไฟฟ้าทนไฟ (Fire Resistance Cable) และสายไฟฟ้าต้านการลามไฟ (Low Smoke Zero Halogen) การผลิตและทดสอบ ให้เป็นไปตามมาตรฐาน IEC , BS และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยฉบับล่าสุด ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ โดยกำหนดคุณสมบัติ ที่สำคัญ 4 ประเภท ดังนี้

- คุณสมบัติต้านเปลวเพลิง (Flame propagation or Flame retardant) เป็นไปตามมาตรฐานของ IEC60332-1 หรือ IEC60332-3
- คุณสมบัติการปล่อยก๊าซกรด (Acids gas emission) เป็นไปตามมาตรฐานของ IEC60754-2
- คุณสมบัติการปล่อยควัน (Smoke emission) เป็นไปตามมาตรฐานของ IEC61034-2
- คุณสมบัติต้านทานการติดไฟ (Fire resistance) เป็นไปตามมาตรฐานของ IEC60331 หรือ BS6387 Category C,W,Z

สำหรับสายทนไฟ ต้องมีคุณสมบัติ 4 ประการ (ต้านเปลวเพลิง,การปล่อยก๊าซกรด,การปล่อยควัน,ต้านทานการติดไฟ)

สำหรับสายไฟฟ้าต้านการลามไฟ ต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการ (ต้านเปลวเพลิง,การปล่อยก๊าซกรด,การปล่อยควัน)

5.1.5 สายไฟฟ้า MI โครงสร้างของสายทนไฟ มีตัวนำเป็นทองแดง ที่มีจุดหลอมเหลวมากกว่า 1,080 °C และหุ้มด้วย Magnesium Oxide (MgO) ที่ถูกบดอัดด้วยกำลังสูงที่ความหนาแน่นอย่างน้อย 1.98 KG/cm3 ที่มีจุดหลอมเหลวมากกว่า 2,500 °C และมีเปลือกนอกเป็นทองแดงขึ้นรูปชิ้นเดียวด้วยการรีดร้อน (Hi Temp Annealing) ไร้รอยต่อ (not welded) มีจุดหลอมเหลวสูงกว่า 1,080 °C และ อาจมีการหุ้มเปลือกด้วยวัสดุ ประเภท LSH0F (Low Smoke, Halogen Free) โดยสายไฟฟ้า MI ต้องได้รับมาตรฐาน ดังนี้

- IEC 60331-1, IEC 60331-2 [3 ชั่วโมง ที่ 750°C]
- IEC 60754-2 IEC 60754-2, IEC 61034-1, IEC60332-1-2, IEC 60332-3-22
- EN 60702-3:2002 according to L.V.D 2006/95/EC
- LPCB 6387 – 3 Hours – 950°C + Mechanical and Water Test
- AS/NZS 3113 – 2 Hours up t 1,050 C + Mechanical Tests

5.2 **ข้อกำหนดการเลือกใช้สายไฟฟ้า**

5.2.1 การเลือกใช้สายไฟฟ้าว่าเป็นประเภทใดและขนาดใด ให้เลือกตามวิธีการติดตั้งที่กำหนดในแบบ และเป็นไปตามมาตรการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยฉบับล่าสุด ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ

5.2.2 การเลือกใช้สายไฟฟ้าทนไฟ สามารถเลือกใช้ได้ 2 ชนิด คือ Fire Resistance Cable (FR Cable) และ Mineral Insulated Cable (MI Cable) หรือตามที่ระบุในแบบ

5.3 ขนาดกระแส

5.3.1 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยฉบับล่าสุด ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ

5.3.2 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (Fire resistant cable) ให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิตตามมาตรฐาน BS 6387 ในระดับชั้น CWZ ใช้ชนิด Single core ฉนวนและเปลือกหุ้มต้องเป็นชนิด Flame retardant , zero halogen , low smoke (FR-ZHLS) เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยฉบับล่าสุด ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ

5.4 การเลือกสีของสายไฟ

ระบบสีของสายไฟฟ้าให้ใช้สีดังนี้

5.4.1 ระบบไฟฟ้าแบบ 3 เฟส 4 สาย

- เฟส A (R) สีน้ำตาล
- เฟส B (S) สีดำ
- เฟส C (T) สีเทา
- สาย NEUTRAL สีฟ้า
- สาย GROUND สีเขียวแถบเหลือง

5.4.2 ระบบไฟฟ้าแบบ 1เฟส 2 สาย

- สาย HOT สีน้ำตาล
- สาย NEUTRAL สีฟ้า
- สาย GROUND สีเขียวแถบเหลือง

สายไฟที่ผลิตแต่เพียงสีเดียวให้พันเทปที่ปลายสายที่ 2 ข้าง ด้วยสีที่กำหนดให้รวมทั้งในที่ที่มี การต่อสาย และต่อเข้าขั้วของอุปกรณ์ไฟฟ้าสายสีดำทั้งหมดของวงจรย่อยของแผงสวิตซ์ไฟย่อยทุกแผงในอาคาร และนอกอาคาร ต้องต่อไปที่เฟส A ที่สวิตซ์บอร์ดของระบบ ในทำนองเดียวกันสายสีแดง และน้ำเงินของวงจรย่อยของแผงสวิตซ์ไฟย่อยทุกแผงต้องต่อไปที่เฟส B และ C ที่สวิตซ์บอร์ดของระบบตามลำดับ

5.5 การติดตั้งสายไฟฟ้า

การติดตั้งสายไฟฟ้าให้ถือตามข้อกำหนดการเดินสายในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2556 ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ โดยติดตั้งตามขนาดและจำนวนที่ได้กำหนดในแบบ

5.6 การทดสอบ

5.6.1 สำหรับวงจรแสงสว่าง และเต้ารับ ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ ตัดวงจรและสวิตช์ต่างๆ อยู่ในตำแหน่งเปิด ต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอห์มในทุกๆ กรณี

5.6.2 สำหรับ Feeder และ Sub feeder ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งสองทางแล้ววัดค่าความต้านทานของฉนวน ต้องได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอห์มในทุกๆ กรณี

5.6.3 การวัดค่าของฉนวนให้ใช้ เมกกะโอห์ม ที่สามารถจ่ายกระแสไฟตรง 500 โวลท์ และวัดเป็นเวลา 30 วินาทีต่อเนื่องกัน

6. ช่องเดินสายและรางเคเบิล

6.1 มาตรฐาน

6.1.2 **ท่อเหล็กสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้า** ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 770-2533

6.1.2 **ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้า** ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 216-2524 หรือตามมาตรฐานท่อร้อยสายไฟฟ้าที่การไฟฟ้าท้องถิ่นยอมรับ

6.1.3 **ท่อยูพีวีซีแข็งสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้า** ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน BS หรือ IEC61386 หรือ JIS C 8430 หรือตามมาตรฐานท่อร้อยสายไฟฟ้าที่การไฟฟ้าท้องถิ่นยอมรับ

6.1.4 ท่อเอชดีพีอีแข็ง (HDPE) ที่นำมาใช้ร้อยสายไฟฟ้าฝังดินโดยตรง ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 982-2533 หรือตามมาตรฐานท่อร้อยสายไฟฟ้าที่การไฟฟ้าท้องถิ่นยอมรับ โดยมีความหนาของท่อในระดับไม่น้อยกว่า PN6

6.1.5 ท่ออาร์ทีอาร์ซี (RTRC) ที่นำมาใช้ร้อยท่อสายใต้ดินโดยตรงต้องเป็นไปตาม มอก. 2518

6.1.6 ท่อร้อยสายอื่นๆต้องได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าท้องถิ่นก่อน

6.1.7 ขนาดของท่อให้หมายถึงเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน หรือขนาดทางการค้า

6.1.8 กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ ให้รวมถึงกล่อง Switch กล่องเต้ารับ กล่องต่อสาย (Junction Box) กล่องพักสาย หรือกล่องดึงสาย (Pull Box) ตามกำหนดใน NEC Article 314 รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้

- กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป ต้องเป็นเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิทด้วยการชุม Galvanized หรือใช้แผ่นเหล็ก Aluzinc และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำ ต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรืออลูมิเนียมหล่อที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร
- กล่องต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งาน ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิทด้วยการชุบ Galvanized หรือใช้แผ่นเหล็ก Aluzinc และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี
- กล่องต่อสายชนิดกันระเบิด ซึ่งใช้ในสถานที่อันตรายต่างๆ ได้ตามที่ระบุใน NEC Article 500 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพจาก UL หรือมาตรฐานอื่นเทียบเท่า
- ขนาดของกล่องต่อสายขึ้นอยู่กับขนาด จำนวน ของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้นๆ และขึ้นกับขนาดจำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่นๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามกำหนดใน NEC Article 312
- กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาดต้องมีฝาปิดที่เหมาะสมและปิดอย่างแน่นหนา

การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีทาภายในและที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่เข้าถึงและทำงานได้สะดวก

6.1.9 รางเดินสาย (Wire way) ต้องมีคุณสมบัติที่ได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าท้องถิ่น หรือมีคุณสมบัติดังนี้

- มีลักษณะเป็นรางทำจากแผ่นโลหะพับมีฝาปิด-เปิดได้เพื่อใช้สำหรับเดินสายไฟฟ้า อาจจะมีช่องระบายอากาศด้วยก็ได้
- แผ่นโลหะทำจากแผ่นเหล็กผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นสีฝุ่นทับ
- ความหนาของแผ่นเหล็กจะต้องไม่น้อยกว่าที่ได้กำหนดไว้ในภาคผนวก ฉ. ของมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ หรือฉบับล่าสุด
- ภายใน Wireway ต้องมี Cable Support ทุกระยะ 50 เซนติเมตร

6.1.10 รางเคเบิล (Cable tray) ต้องมีคุณสมบัติที่ได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าท้องถิ่น หรือมีคุณสมบัติดังนี้

- แผ่นเหล็กผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมโดยวิธีชุบ Hot-Dip Galvanized หรือเป็นแผ่นเหล็กชุบ Electro-Galvanized โดยที่แผ่นเหล็กด้านข้างต้องมีความหนาไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ
- Cable Tray ชนิด Ladder ต้องมีลูกขั้นทุกๆ ระยะ 30 เซนติเมตร หรือน้อยกว่า
- การติดตั้งใช้งาน Cable Tray ต้องเป็นไปตามกำหนดใน วสท., NEC Article 318 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.5 เมตร

6.2 ข้อกำหนดการเดินสายในช่องเดินสายและรางเคเบิล

6.2.1 ท่อโลหะชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ติดตั้งลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งไม่มีสาเหตุใดๆที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ หรือทำให้ท่อเสียหาย การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน วสท., NEC Article 358

6.2.2 ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit : IMC) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบาง และติดตั้งฝังในคอนกรีตได้ แต่ห้ามใช้ในสถานที่อันตรายตามกำหนดใน วสท., NEC Article 342

6.2.3 ท่อโลหะชนิดหนา (Rigid Steel Conduit : RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการ และให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรงตามกำหนดใน วสท., NEC Article 344

6.2.4 ท่ออ่อน (Flexible Metal Conduit) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ หรือเครื่องไฟฟ้าที่มีหรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ โคมไฟแสงสว่าง เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ชื้นแฉะ และนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นตามข้อกำหนดใน วสท., NEC Article 350 และ NEC Article 360

6.2.5 ให้ปฏิบัติตามข้อกำหนดการเดินสายของมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับล่าสุด ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ

6.2.6 ท่อเดินสายสำหรับวงจรไฟฟ้าช่วยชีวิต ให้ติดตั้งในท่อโลหะหนาปานกลางหรือท่อโลหะหนา เท่านั้น

6.2.7 ท่อเดินสายที่ใช้ในอาคารเพื่อการสาธารณะใต้ผิวดิน หรือ ในชั้นที่ต่ำกว่าผิวดิน ให้ติดตั้งในท่อโลหะหนาปานกลางหรือท่อโลหะหนา เท่านั้น

6.2.8 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

- ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อก่อนทำการติดตั้ง
- การดัดงอท่อต้องไม่ทำให้เสียรูปทรง และรัศมีมีความโค้งของการดัดงอต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ วสท., NEC
- ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ ทุกๆ ระยะไม่เกิน 3.0 เมตร และห่างจากกล่องต่อสายหรืออุปกรณ์ต่างๆ ไม่เกิน 0.9 เมตร
- ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะกำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น
- การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC Article 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษเหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่
- การใช้ท่ออ่อนต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 1.8 เมตร
- แนวการติดตั้งท่อต้องเป็นแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ ให้ปรึกษากับผู้ควบคุมงานเป็นแต่ละกรณีไป
- หากไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่นท่อต่างๆ จะต้องติดตั้งโดยวิธีฝังในคอนกรีต ยกเว้นที่ติดตั้งภายในฝ้าเพดานและห้องเครื่องกลหรือไฟฟ้า

6.3 **การกำหนดสีและสัญลักษณ์ ของท่อและรางเดินสาย**

6.3.1 ท่อเดินสายย่อย กำหนดให้พ่นสีและเขียนสัญลักษณ์ ตามข้อกำหนดเบื้องต้นดังนี้

- ที่ Clamp ยึดท่อ ให้ทำการชุบสี ตามตารางที่1 หัวข้อสีพื้น
- ที่ กล่องต่อสาย ให้ทำการชุบสีกล่องต่อสาย และฝาของกล่องต่อสาย รวมถึงเขียนสัญลักษณ์ประจำระบบที่ฝากล่องต่อสาย ตามตารางที่1

6.3.2 รางเดินสาย(Wire way) กำหนดให้เขียนสัญลักษณ์ ที่ฝารางและที่ห้องราง ทุกๆระยะ 2.4 เมตร ตามตารางที่ 1 โดยขนาดตัวหนังสือ หนาไม่เล็กกว่า 20 mm. (ที่อัตราส่วน 1:100)

ตารางที่1

ตารางแสดงสีและสัญลักษณ์ สำหรับท่อและรางเดินสาย

ลำดับ	ระบบ	สีพื้น	ตัวหนังสือ	
			สัญลักษณ์	สี
1	แสงสว่าง วงจรปกติ	-	N	ดำ
2	แสงสว่าง วงจรช่วยชีวิต	แดง	LS	ดำ
3	สายป้อนไฟฟ้ากำลัง และเต้ารับไฟฟ้า วงจรปกติ	-	N	ดำ
4	สายป้อนไฟฟ้ากำลัง และเต้ารับไฟฟ้า วงจรช่วยชีวิต	แดง	LS	ดำ
5	สายป้อนไฟฟ้ากำลัง และเต้ารับไฟฟ้า วงจรฉุกเฉิน	เหลือง	E	ดำ
6	ระบบโทรศัพท์	ดำ	TEL	ขาว
7	ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้	ส้ม	FA	ดำ
8	ระบบโทรทัศน์รวม (MATV)	ขาว	MATV	ดำ
9	ระบบวงจรปิด (CCTV) และรักษาความปลอดภัย	น้ำเงิน	CCTV	ขาว
10	ระบบเสียงและประกาศเรียก	ขาว	PA	ดำ
11	ระบบคอมพิวเตอร์	ดำ	COM	ขาว
12	ระบบควบคุมการเข้า – ออก (ACCESS CONTROL)	น้ำเงิน	ACC	ขาว
13	ระบบAUDIO VISUAL	น้ำตาล	AV	ขาว
14	ระบบBAS	ฟ้า	BAS	ดำ
15	ระบบนาฬิการวม	น้ำตาล	CL	ขาว
16	ระบบเรียกพยาบาล	น้ำเงิน	NC	ขาว

7. การต่อลงดิน

7.1 ข้อกำหนดทั่วไป

7.1.1 การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดการต่อลงดินของมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับล่าสุด ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ

7.1.2 หลักของสายดินในระบบต่อไปนี้ให้แยกจากกัน คือ ระบบไฟฟ้า ระบบป้องกันฟ้าผ่า และระบบสื่อสาร

7.1.3 การต่อลงดินให้ติดตั้งตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบ

7.1.4 การต่อเชื่อมสายดินให้ใช้แบบ Exothermic welding

7.2 หลักสายดิน

7.2.1 หลักสายดิน (Ground rod) ให้ใช้ Copper Clad Steel Ground Rod ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 5/8 นิ้วและยาวไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร (10 ฟุต) ฝังลึกลงไปในดิน และต้องมีค่าต้านทานของดินไม่เกิน 5 โอห์มในสภาวะปกติ หากค่าความต้านทานเกินจะต้องปัก Ground rod เพิ่มจนได้ค่าความต้านทานตามกำหนด

7.2.2 การปักหลักสายดิน ต้องให้แต่ละหลักห่างจากหลักข้างเคียงโดยหลักสายดินนี้ให้เชื่อมต่อถึงกันด้วยตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 95 ตร.มม. หรือตามที่ระบุในแบบ

7.3 สายดิน

7.3.1 สายดินสำหรับระบบไฟฟ้า (System ground) เพื่อต่อสายศูนย์ ด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้าลงดิน ขนาดของสายดินนี้ใช้ตามข้อกำหนดการต่อลงดินของมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับล่าสุด ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ

- สายต่อฝากประธาน (Main Bonding Jumper) ต้องเป็นตัวนำชนิดทองแดงเท่านั้น เพื่อเชื่อม Neutral Bus และ Ground Bus เฉพาะที่แผงไฟฟ้าประธานลงดิน ขนาดของสายดินนี้หากมิได้ระบุในแบบ ให้ขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่หน้าตัดของสายประธานของระบบตามข้อกำหนดการต่อลงดินของมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับล่าสุด ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ หากสายประธาน มีขนาดใหญ่กว่า 500 ตร.มม. ให้ใช้สายดินขนาดไม่เล็กกว่าร้อยละ 12.5 ของตัวนำประธานขนาดใหญ่ที่สุด

- สายต่อหลักดิน (Grounding Conductor) เพื่อเชื่อมตัวนำลงดินเข้ากับหลักดิน สายต่อหลักดินต้องเป็นตัวนำชนิดทองแดง และหากมิได้ระบุในแบบ ขนาดสายให้เป็นไปตามข้อกำหนดการต่อลงดินของมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับล่าสุด ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ กรณีที่ต่อแผงไฟฟ้าประธานลงดิน จุดที่เชื่อมต่อกับหลักดินต้องเป็น Ground Bus ในแผงไฟฟ้าประธาน สายที่เชื่อมระหว่าง Ground Bus ของแผงไฟฟ้ากับ Ground Bar ในห้องไฟฟ้า กำหนดให้ใช้ข้อกำหนดเดียวกับสายต่อหลักดิน
- สายต่อฝากบริภัณฑ์ไฟฟ้าด้านแรงต่ำ ให้ใช้ขนาดสายเท่ากันกับสายต่อหลักดินบานประตูตู้แผงสวิทซ์แรงต่ำต้องต่อฝากกับตู้แผงสวิตซ์แรงต่ำ กำหนดให้ใช้ Flexible Copper Wire ขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 10 ตร.มม.
- กรณีที่มี Surge Arrester ที่แผงไฟฟ้าประธาน ตัวนำสำหรับต่อลงดินของ Surge Arrester ให้ต่อกับ Ground Bus ในแผงไฟฟ้าประธาน

7.3.2 สายดินสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า (Equipment ground) สำหรับต่อเข้ากับโครงโลหะรอบนอกของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่อาจมีการสัมผัสถูกได้ ขนาดของสายดินให้ขึ้นอยู่กับขนาดของอุปกรณ์ป้องกันสำหรับวงจรนั้นๆ ตามข้อกำหนดการต่อลงดินของมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับล่าสุด ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ

7.4 ระบบต่อลงดินสำหรับระบบสื่อสาร (Communication System Ground)

7.4.1 ระบบต่อลงดินสำหรับระบบสื่อสารต้องสอดคล้องกับมาตรฐาน ANSI/TIA/EIA-607 และกำหนดให้ใช้หลักดินแยกต่างหากสำหรับระบบสื่อสาร ขนาดสายต่อหลักดินหากมิได้ระบในแบบ ให้ใช้สายทองแดงหุ้มฉนวดพีวีซีขนาดพื้นที่หน้าตัดต่ำสุด 50 ตร.มม. ส่วนสายที่เชื่อมกับ Ground Bar สำหรับระบบสื่อสารกรณีที่มีห้องสื่อสารหลายๆ ชั้น ให้ใช้ขนาดพื้นที่หน้าตัดต่ำสุด 16 ตร.มม.

7.5 ระบบต่อลงดินแยกอิสระ (Isolated Ground)

7.5.1 ระบบต่อลงดินสำหรับอุปกรณ์พิเศษ เช่น อุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ ให้มีสายดินแยกจากสายดินทั่วไป

7.5.2 สายดินที่ใช้ในกรณีนี้ ให้ใช้สายตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี ขนาดตามที่ระบุในแบบ สายดินนี้ให้ต่อเข้ากับหลักดินโดยตรง และสามารถใช้ร่วมกับสายดินของระบบไฟฟ้าทั่วไป หรือจัดทำขึ้นใหม่ได้

7.6 การติดตั้งและการทดสอบ

7.6.1 ห้ามใช้ท่อร้อยสายเป็นสายดิน เว้นแต่จะมีการใช้ท่อร้อยสายและอุปกรณ์ท่อต่างๆ ที่มีขั้วต่อสายดินเพื่อให้แน่ใจได้ว่าท่อร้อยสายนั้นมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าได้อย่างถาวร และต้องได้รับการยินยอมจากผู้ควบคุมงาน

7.6.2 การเดินสายดิน ให้ร้อยในท่อร้อยสายเดียวกับสายวงจรไฟฟ้านั้นๆ แต่ในบางกรณี เช่น สายดินที่อยู่ในช่อง Shaft สายดินที่เป็นสายประธาน (Main) สำหรับการต่อแยกสายดิน สายดินที่วางในรางสายไฟฟ้า ฯลฯ ให้วางลอยได้

7.6.3 สายดินที่ไม่ได้ร้อยในท่อ ต้องยึดติดกับรางวางสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะทุกๆ ระยะไม่เกิน 2.4 เมตร

7.6.4 การตรวจสอบ ให้กระทำตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานเพื่อพิสูจน์ให้ได้ว่าระบบต่อลงดินมีความสมบูรณ์และถูกต้องตามมาตรฐานอ้างอิง

8. การป้องกันไฟไหม้ลามผ่านช่องเปิด

8.1 ความต้องการพื้นฐาน

8.1.1 วัตถุประสงค์ของการกำหนดให้มีการอุดช่องเดินท่อ ช่องเจาะ ด้วยวัสดุป้องกันไฟและควันลาม เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นแก่บุคคลที่อยู่ภายในอาคาร อันเนื่องมาจากการเกิดเพลิงลุกลามจากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่ง โดยอาศัยช่องและทางเดินสายไฟฟ้า

8.1.2 วัสดุและระบบป้องกันไฟไหม้ลามทั้งหมด ต้องทำการออกแบบและติดตั้งเพื่อที่จะใช้ปิดช่องที่มีท่อหรือสายไฟลอดทะลุผ่าน ต้องมีคุณสมบัติป้องกันไฟและความร้อนได้ดี และสามารถที่จะทำการเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้เมื่อมีการซ่อมแซม

8.1.3 สำหรับหน้างานที่มีท่อหรือสายไฟที่เมื่อเกิดเหตุไฟไหม้แล้วละลายหายไป เช่น ท่อ พลาสติก จะต้องทำการป้องกันด้วยวัสดุป้องกันไฟไหม้ลามที่มีคุณสมบัติขยายตัวเมื่อเกิดไฟไหม้เท่านั้น

8.1.4 วัสดุป้องกันไฟไหม้ลามมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ที่จะต้องผ่านการทดสอบและรับรองตามมาตรฐานหรือจากสถาบันที่เชื่อถือได้ เพื่อเป็นการรับประกันว่าวัสดุหรือระบบป้องกันไฟไหม้ลามเหล่านั้นจะทำงานได้จริงเมื่อเกิดไฟไหม้ สถาบันและมาตรฐานเหล่านี้ได้แก่

- UL Fire resistance directory
- UL 1479 มาตรฐานการทดสอบการป้องกันไฟไหม้ลามผ่านช่องเปิด
- UL Component listing test criteria
- ASTM Standard E 814 มาตรฐานการทดสอบการป้องกันการไหม้ไฟผ่านช่องเปิด
- Factory Mutual approval guide

8.2 **ขอบเขตของงานที่จะต้องทำการติดตั้งวัสดุป้องกันไฟไหม้ลาม**

ช่องเปิดที่ท่อไฟฟ้าหรือสายไฟฟ้าลอดผ่านพื้นหรือผนัง ได้แก่ ช่องชาร์ป ไฟฟ้าทุกๆชั้น

8.3 คุณสมบัติทั่วไปของวัสดุป้องกันไฟไหม้ลาม

8.3.1 มีค่าการทนไฟไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมงและต้องไม่น้อยกว่าค่าการทนไฟของพื้น, ผนังนั้นๆ

8.3.2 สามารถทนทานต่อสภาพเปียกชื้นได้เป็นอย่างดี

8.3.3 เมื่อเวลาผ่านไปคุณสมบัติในการป้องกันไฟต้องไม่เปลี่ยน

8.3.4 ไม่มีวัสดุที่เป็นสารพิษที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพทั้งในขณะปกติและขณะเพลิงไหม้

8.3.5 สามารถที่จะทำการรื้อถอนวัสดุป้องกันไฟไหม้ลามเพื่อต่อเติม เปลี่ยนแปลง ท่อ หรือสายไฟ ได้ง่าย

8.3.6 ต้องสามารถทนทานต่อแรงสั่นสะเทือนได้ดี

8.3.7 ก่อนและหลังไฟไหม้ วัสดุที่ใช้จะต้องมีความแข็งแรงมากพอที่จะป้องกันแรงดันน้ำฉีดดับเพลิงได้

8.4 การติดตั้ง

การติดตั้งวัสดุป้องกันไฟไหม้ลามต้องทำตามคำแนะนำในหนังสือ UL Fire resistance directory หรือตามคำนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัดเท่านั้น

9. สวิตซ์และเต้ารับ

9.1 ข้อกำหนดทั่วไป

9.1.1 สวิตซ์และเต้ารับทำจากพลาสติกที่ทนทาน หน้ากากฝาครอบเป็นพลาสติกสีขาว

9.1.2 สวิตซ์และเต้ารับต้องทำจากวัสดุซึ่งทนต่อแรงกระแทก มีความคงทนต่อแรงดันของฉนวนสูง และทนต่อสภาพบรรยากาศได้ดี

9.1.3 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งสวิตซ์และเต้ารับให้ฝังเรียบในผนัง โดยใช้กล่องโลหะและต้องต่อลงดินยกเว้นในกรณีที่ระบุให้ติดลอยให้ติดตั้งโดยให้กล่องโลหะแบบติดลอย สำหรับสวิตซ์และเต้ารับภายนอกอาคาร ต้องเป็นชนิดกันน้ำและทนสภาวะอากาศ มีค่า IP54 เป็นอย่างน้อย

9.1.4 ฝาครอบสวิตซ์และเต้ารับไฟฟ้า จะต้องได้รับความเห็นชอบจากสถาปนิกก่อนจึงจะจัดซื้อและติดตั้งได้

9.1.5 การเปลี่ยนแปลงแก้ไขตำแหน่งของสวิตซ์ และเต้ารับต้องได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนจึงจะดำเนินงานได้ ในกรณีที่ไม่สามารถติดตั้งสวิตซ์ หรือเต้ารับตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบได้ให้ผู้รับจ้างแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบเพื่อขอดำเนินงานแก้ไขต่อไป

9.2 สวิตซ์ไฟฟ้า

9.2.1 สวิตซ์ไฟฟ้าต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 824-2531, IEC 60669-1 โดยทั่วไปให้เป็น Heavy Duty, Tumble Quiet Type แบบติดฝังผนังบนกล่องเหล็กชุบ Galvanized ขนาดที่เหมาะสมกับจำนวนสวิตซ์

9.2.2 สวิตซ์ใช้กับดวงโคม และพัดลมชนิดใช้กับกระแสไฟฟ้าสลับทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 250 V ทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 16 A ก้านสวิตซ์เป็นกลไกแบบกดเปิด-ปิด โดยวิธีการกระดกสัมผัส มี Spring coil ควบคุม Contact

9.2.3 สวิตซ์ไฟฟ้าสำหรับควบคุมพัดลมดูดอากาศต้องเป็นชนิด Illuminated Lamp ในตัวเพื่อแสดงว่าพัดลมกำลังทำงานหรือหยุดทำงาน

9.2.4 ตัวสวิตซ์ทำด้วยวัสดุสภาพการเป็นฉนวนที่ดี

9.2.5 ฝาครอบสวิตซ์เป็นพลาสติกสีขาว

9.2.6 ขั้วต่อสายต้องเป็นชนิดที่มีรูสำหรับสอดใส่ปลายสายไฟที่ไม่ได้หุ้มฉนวน หรือ มีสกรูกดอัดขันเข้าโดยตรงสามารถกันมือหรือนิ้วแตะกับขั้วโดยตรง

9.3 เต้ารับ

9.3.1 เต้ารับทั่วไปต้องเป็นแบบมีขั้วสายดินในตัวและต้องเป็นไปตาม มอก.166-2549 จะต้องมีการเรียงขั้วเฟส นิวทรัล และสายดินแบบทวนเข็มนาฬิกา เมื่อมองจากด้านหน้า

9.3.2 เต้ารับทั่วไปต้องเป็นแบบติดตั้งฝังในผนังหรือติดผนัง ตามที่ระบุในแบบ

9.3.3 เต้ารับทั่วไปต้องเป็นแบบมีขั้วสายดิน เสียบได้ทั้งขากลมและขาแบนใช้กับกระแสไฟฟ้าสลับ ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 250 V และทนกระแสได้ไม่ต่ำกว่า 16 A

9.3.4 ตัวเต้ารับต้องมีฉนวน Polycarbonate หรือวัสดุที่มีสภาพการเป็นฉนวนที่ดีกว่า

9.3.5 เต้ารับไฟฟ้าสำหรับกรณีพิเศษต้องมีขนาด Ampere Rating ไม่น้อยกว่าที่ระบบในแบบ

9.3.6 ฝาครอบเป็นชนิดเดียวกับสวิตซ์

9.3.7 เต้ารับไฟฟ้าสำหรับที่ติดตั้งภายนอกอาคาร, ชั้นสิ้นสุด รวมถึงในบริเวณที่อยู่ (ระดับต่ำกว่าผิวดิน) และบริเวณเคาน์เตอร์อ่างล้างชาม อ่างล้างมือ ที่มีระยะห่างจากขอบด้านนอกอ่าง ไม่เกิน 1.5 เมตร, วงจรย่อยสำหรับเครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องทำน้ำร้อน ให้ติดตั้งเบรกเกอร์ชนิดตัดไฟรั่วด้วย (ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าแห่งประเทศไทย ฉบับล่าสุด)

9.4 การติดตั้ง

9.4.1 การติดตั้งสวิตช์ ใช้กล่องเหล็กที่ผ่านการชุบป้องกันสนิมโดยวิธี Hot-dip galvanized หรือกล่องพลาสติกที่ได้การรับรองให้สามารถใช้ฝังในผนังได้ ฝังในผนังสูงจากพื้น 1.20 ม. ห่างจากขอบประตู 0.20 ม. วัดถึงศูนย์กลางของสวิตช์ หรือตามแต่ที่ได้ระบุไว้ในแบบ

9.4.2 ในกล่องสวิตช์กล่องเดียวกัน ห้ามไม่ให้มีแรงดันระหว่างสวิตช์เกินกว่า 300 V นอกจากจะใส่แผ่นฉนวนกั้นระหว่างสวิตช์ หรือนอกจากจะใช้สวิตช์ชิ้นส่วนที่มีกระแสไหลไม่สามารถถูกต้องโคนนิ้วมือได้

9.4.3 แผงสวิตช์ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างส่วนกลางและประกอบด้วยสวิตช์ควบคุมระยะไกล (ถ้าในแบบกำหนดให้ติดตั้ง) ติดตั้งสูงจากพื้น 1500 มม. ที่ระดับ Top ตู้ ในกล่องเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1 มม. ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม

9.4.4 เต้ารับทั่วไป ติดตั้งสูงจากพื้น 300 มม. หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ

9.4.5 เต้ารับสำหรับไฟฉุกเฉิน ติดตั้งห่างจากโคมไฟฉุกเฉินไม่เกิน 300 มม.

9.4.6 เต้ารับในห้องน้ำ ติดตั้งสูงจากพื้น 900 มม. หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ

9.4.7 สวิตช์หรือเต้ารับที่ใช้ในวงจรไฟฟ้าฉุกเฉิน ต้องมีตัวหนังสือดังกล่าวบนแผ่นฝาครอบสวิตช์หรือครอบสวิตช์ หรือเต้ารับที่ไม่ลบเลือนเมื่อจับต้อง

10.ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

10.1ทั่วไป

10.1.1 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้และอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ต้องเป็นแบบ Conventional System อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบต้องได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์จาก UL

10.1.2 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ในระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ทำงานได้โดยสมบูรณ์ อุปกรณ์และวัสดุใดที่ไม่ได้กำหนดไว้ในแบบหรือในรายการประกอบแบบไฟฟ้าแต่จำเป็นต้องใช้เพื่อให้ระบบทำงานได้สมบูรณ์ ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มจากผู้ว่าจ้าง

10.1.3 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ต้องเป็นระบบ Pre signal system การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ของ ว.ส.ท.หรือ NFPA และคำแนะนำของผู้ผลิต

10.1.4 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้สำหรับระบบนี้โดยเฉพาะและเป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้ยี่ห้อเดียวกัน (ยกเว้นแต่จะมีระบุเป็นอย่างอื่นหรือมีหนังสือชี้แจงยืนยันจากทางเจ้าของผลิตภัณฑ์รับรองการทำงานว่าสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างสมบูรณ์)

10.1.5 อุปกรณ์ในระบบ อย่างน้อยประกอบด้วยอุปกรณ์ ดังนี้

- Fire control panel (FCP)
- Annunciator panel (ANN)
- อุปกรณ์เริ่มสัญญาณ (Detector & Manual Station)
- อุปกรณ์แสดงผลแจ้งเหตุ
- Notification appliance
- Power supply and backup

10.2แผงควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire Alarm Control Panel : FCP)

10.2.1 แผงควบคุมต้องถูกออกแบบเป็นแบบแยกส่วน (Modular design) เพื่อให้สามารถใช้งานได้หลากหลายตามความต้องการ และสามารถทำงานได้สมบูรณ์ด้วยตัวเอง

10.2.2แผงควบคุมต้องเป็นแบบที่ควบคุมการทำงานด้วย Central Processing Unit (CPU) ซึ่งเป็นหน่วยควบคุมและสั่งการส่วนกลางเพื่อให้การทำงานของอุปกรณ์ต่างๆในระบบทำงานได้อย่างถูกต้องตามที่กำหนดไว้

10.2.3 ชุดควบคุมหลัก (Master Controller)

10.2.4 มีหน้าจอแสดงผลเป็นแบบ LCD Display โดมีขนาดการแสดงผล ไม่น้อยกว่า 80 Characte

10.2.5 สามารถบันทึกเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระบบได้

10.2.6 สามารถรองรับอุปกรณ์ ได้ 10 โซน และสามารถทำ Remote Annunciator ได้

10.2.7 สามารถรองรับอุปกรณ์แจ้งสัญญาณด้วยเสียง และ หรือด้วยแสง

10.2.8 ระบบสายสัญญาณ (Signaling Line Circuit) ต้องสามารถรองรับทั้งแบบ 4 สาย และแบบ 2 สาย

10.2.9 สามารถรองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ Printer ได้

10.2.10 ชุดแหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) เป็นชุดแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงให้กับระบบ โดยสามารถจ่ายกระแสไฟได้ไม่น้อยกว่า 2.2 A พร้อมกับมีเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่ (Battery Charger) สามารถอัดประจุไฟให้กับแบตเตอรี่ได้ขนาดสูงถึง 26 Ah

10.2.11 แบตเตอรี่ (Battery) ต้องเป็นแบบไม่ต้องบำรุงรักษา และเป็นชนิด Sealed Lead-Acid โดยเมื่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าดับแบตเตอรี่ต้องมีพิกัดที่สามารถจ่ายไฟให้ระบบในสภาวะปกติได้ไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง หลังจากนี้แล้วจะต้องสามารถจ่ายไฟให้กับระบบในสภาวะแจ้งเหตุได้ไม่น้อยกว่า 15 นาที

10.3 **<u>แผงแสดงผลเพลิงไหม้ (Graphic Annunciator Panel)</u>**

10.3.1 เป็นแผงแสดงผลด้วยหลอดไฟ LED โดยมีขนาดของแผงเป็นไปตามที่กำหนดในแบบ แผงหน้าทำจากวัสดุ Aluminium Anodized Plate กัดลายเพื่อทำลวดลายของแผนผังหรือรูปอาคาร โดยแบบที่แสดงจะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน

10.3.2 แผง Annunciator จะต้องมี Buzzer แสดงสัญญาณเสียงประกอบด้วย

10.3.3 แผง Annunciator สามารถกดรับทราบได้

10.4 **<u>อุปกรณ์เริ่มสัญญาณ (Initiating Devices)</u>**

10.4.1.1 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Heat Detector)เป็นแบบชนิด Combination Type (Fixed Temperature & Rate of Rise) ในตัวเดียวกัน

10.4.1.2 มี Response Lamp แสดงสภาวะการทำงาน สามารถตรวจจับความร้อนแบบคงที่ ที่อุณหภูมิ 135 ˚F (57.2 ˚C) หรือ 155 ˚F (68 ˚C)

10.4.1.3 ตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในอัตรา 15 ˚F (8.3 ˚C) หรือ 20 ˚F (11.1 ˚C) ต่อนาที

10.4.1.4 สามารถตั้งค่าอุณหภูมิในการตรวจจับความร้อนได้ที่แผงควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ พร้อมทั้งสามารถทำการทดสอบได้ด้วยอุปกรณ์ทดสอบแบบแม่เหล็ก

10.4.2 **<u>อุปกรณ์ตรวจจับควัน (Smoke Detector)</u>**

10.4.2.1 เป็นแบบชนิด Photoelectric Sensor

10.4.2.2 มี Response Lamp แสดงสภาวะการทำงาน ติดตั้งบนฐาน (Addressable Base)

10.4.2.3 สามารถตั้งค่าความไวในการตรวจจับควันได้ที่แผงควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ตั้งแต่ 0.2% - 3.7% per foot of Smoke Obscuration พร้อมทั้งสามารถทำการทดสอบได้ด้วยอุปกรณ์ทดสอบแบบแม่เหล็ก

10.4.3 **<u>อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ (Manual Station)</u>**

10.4.3.1 เป็นแบบชนิดใช้งานสองจังหวะ (Double Action)

10.4.3.2 มี Response Lamp แสดงสภาวะการทำงาน และเมื่อถูกใช้งานสถานะจะค้างอยู่จนกว่าจะมีการรีเซตด้วยกุญแจเท่านั้น เพื่อให้สถานะกลับสู่ปกติ

10.5 **<u>อุปกรณ์แสดงผลแจ้งเหตุ (Notification Appliances)</u>**

10.5.1 อุปกรณ์แสดงผลแจ้งเหตุเสียงและแสง (Audible/Visible Notification Appliances)

10.5.1.1 ประกอบสำเร็จรูปมาจากโรงงานผู้ผลิต เป็นแบบ Wall Mount

10.5.1.2 มีความดังเสียงไม่น้อยกว่า 80 dBA ที่ระยะ 10 ฟุต (3 เมตร)

10.5.1.3 สามารถปรับรูปแบบของเสียงได้ ส่วนการแจ้งเหตุด้วยแสง หลอดไฟเป็นแบบ Xenon มีแสงสว่างกระพริบเป็นจังหวะอย่างน้อย 1 ครั้งต่อวินาที

10.6 **<u>การทำงานของระบบ</u>**

10.6.1 เมื่อ Initiating device ทำงานในโซนใดโซนหนึ่งจะเกิดสัญญาณไฟกระพริบแจ้งเหตุเพลิงไหม้อาคาร/ชั้นที่ Fire control panel พร้อมเสียงดังเตือนเมื่อมีเจ้าหน้าที่มากดปุ่ม Silence เสียงเตือนจะหายไป แต่ไฟแสดงแจ้งเหตุเพลิงไหม้ยังแสดงอยู่ ถ้าพ้นช่วงเวลาที่ตั้งไว้ 0-5 นาที โดยไม่มีผู้ใดดำเนินการใด ๆ เสียงจากลำโพงที่อาคารหรือชั้นที่ใกล้เคียงที่เกิดเหตุและอาคารหรือชั้นที่เกิดเหตุก็ดังขึ้น (แล้วแต่กรณี) ภายในช่วงเวลาที่ตั้งไว้ 0-5 นาที ถ้าตรวจพบเพลิงไหม้และไม่สามารถควบคุมไฟได้สามารถให้ลำโพงดังหมดทุกอาคารได้ ภายในช่วงเวลาที่ตั้งไว้ 0-5 นาที ถ้าตรวจพบว่าไม่ใช่เพลิงไหม้ สามารถ Reset ระบบได้

10.6.2 เมื่อสายในระบบสัญญาณของ Initiating device, หรือ Notification appliance หลุด ขาด ลัดวงจร รั่วลงดิน หรือระบบไฟป้อน 220-240 โวลต์หายไป แบตเตอรี่มีกำลังต่ำลง จะมีสัญญาณไฟ trouble สว่างและออดดังเมื่อกด Silence ออดดับ และเมื่อตรวจแก้ไขเรียบร้อยแล้ว สามารถ Reset คืนสู่สภาวะปกติได้

10.6.3 มีการแจ้งเตือนที่ตู้ Remote Annunciator ด้วย

10.7 **<u>การติดตั้ง</u>**

10.7.1 การติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ให้เป็นไปตามมาตรฐานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ออกโดยสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ ฉบับล่าสุด หรือ NFPA และคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

10.7.2 การเดินสายตัวนำสัญญาณต่างๆ ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน วสท. ฉบับล่าสุด หรือตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

10.7.3 ปลายสายทุกเส้นที่ FCP และ ANN ทุกแผงต้องกำกับเลขหมายไว้ตรงกันด้วย Wire marker พลาสติกและมีตัวเลขแสดงโดยไม่ลบเลือนได้ง่าย

10.7.4 การติดตั้งท่อและการเดินสายร้อยท่อให้เหมือนกับข้อกำหนดในงานระบบไฟฟ้า

10.7.5 ให้ผู้รับจ้างจัดทำแบบแสดงรายละเอียดการติดตั้งแผง FCP, ANN เพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการ

10.7.6 Manual fire alarm station ให้ติดตั้งที่ระดับสูง 1.20 ม. เหนือพื้นสำเร็จ

10.7.7 Alarm Speaker ให้ติดตั้งที่ระดับความสูง 2.00 ม. โดยให้สูงจากพื้นที่เท่ากันในทุกชั้น ยกเว้นจะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบ

10.7.8 สายที่เดินผู้รับจ้างต้องจัดกลุ่มของสายเป็นโซนๆ มี marker บอกโซนต่างๆ ทั้งอุปกรณ์เริ่มสัญญาณและแจ้งเหตุต่างๆ ที่ช่องเปิดของช่อง Shaft และปลายสายทุกเส้น

10.8 **<u>แบบแปลนและคู่มือ</u>**

10.8.1 จัดทำแบบกะทัดรัดแสดงตำแหน่งของ Initiating device ในแต่ละพื้นที่และโซนการควบคุมพร้อมเลขกำกับโซน และ Initiating device เพื่อง่ายต่อการใช้ติดไว้ที่ FCP, ANN

10.8.2 จัดทำคู่มือแสดงขั้นตอนการใช้ การบำรุงรักษา การแก้ไข การตรวจเช็คระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้เป็นภาษาไทย 3 ชุด ส่งมอบให้กับผู้ว่าจ้างภายหลังจากการส่งมอบระบบแล้ว

10.8.3 ผู้รับจ้างต้องจัดอบรมเป็นกิจจะลักษณะ (Training course) แก่เจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้างให้ทราบถึงการทำงานของระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ การใช้คู่มือและการปฏิบัติงาน การบำรุงรักษาการแก้ไข การตรวจเช็คตามที่กล่าวข้างต้นให้ชำนาญจนเจ้าหน้าที่สามารถทำได้ด้วยตนเอง

10.9 **<u>การทดสอบ</u>**

10.9.1 ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบระบบให้สามารถทำงานได้โดยสมบูรณ์ และการทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน วสท. ฉบับล่าสุด

10.10 **<u>การรับประกัน การบริการ</u>**

10.10.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันอุปกรณ์และระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ 1 ปี หรือตามข้อกำหนดรวมของโครงการ

10.10.2 ผู้รับจ้างต้องบริการทำการแก้ไขระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ กรณีที่ใช้งานไม่ได้ภายใน 48 ชั่วโมง หลังจากได้รับแจ้ง โดยไม่เรียกค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจากผู้ว่าจ้างในระยะเวลาประกัน

10.10.3 ผู้รับจ้างต้องบริการตรวจเช็คระบบ และความไว หรือการทำงานผิดพลาดของ Detector ทุก 6 เดือนในช่วงระยะเวลารับประกัน

11.ระบบ DATA CABLING SYSTEM

11.1 ความต้องการทั่วไป

11.1.1 ข้อกำหนดนี้ได้ระบุถึงความต้องการทางด้านคุณสมบัติ สมรรถนะ และการติดตั้งระบบสายสัญญาณ (STRUCTURED CABLING SYSTEM) รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบต่างๆทั้งหมด เพื่อให้สามารถรองรับการใช้งานของระบบสื่อสารมัลติมีเดีย ได้อย่างสมบูรณ์

11.1.2 ผู้รับจ้างต้องทำคู่มือการใช้งาน , แบบรายละเอียดการติดตั้ง และรายงานการทดสอบ ให้ครบถ้วนสมบูรณ์

11.1.3 มาตรฐานการติดตั้ง

11.1.3.1 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งอุปกรณ์ระบบเครือข่ายฯและเชื่อมโยงให้สามารถทำงานได้ตามข้อกำหนดของโครงการ และอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์หรือซอฟท์แวร์อื่นใดนอกเหนือจากระบุไว้ในข้อกำหนดนี้เพื่อให้ระบบเครือข่ายฯสามารถทำงานได้ตามที่ระบุในเอกสารนี้ ผู้รับจ้างการประกวดราคาต้องจัดหาและติดตั้งเพื่อให้อุปกรณ์เครือข่ายฯทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

11.1.3.2 ผู้รับจ้างจะต้องเขียนแบบแปลนแสดงตำแหน่งที่จะติดตั้งอุปกรณ์ การวางท่อร้อยสาย แนวท่อและแนวสายต่างๆอย่างละเอียด โดยมีอัตราส่วนที่เหมาะสม และเสนอให้คณะกรรมการจัดซื้อจัดจ้างของทางผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนจึงจะดำเนินการได้ การเปลี่ยนแปลงใดๆต้องได้รับความเห็นชอบคณะกรรมการจัดซื้อจัดจ้างก่อนเสมอ

11.1.3.3 สาย UTP, เต้ารับ (outlet), แผงพักสาย (patch panel) และสายเชื่อมต่อสัญญาณ (patch cable) ที่ใช้จะต้องมีคุณสมบัติขั้นต่ำตามข้อกำหนด CAT6 และมีคุณภาพไม่ต่ำกว่ายี่ห้อ Link, AMP, LCS หรือ Belden

11.1.3.4 การเดินสาย UTP สำหรับอุปกรณ์เครือข่ายไร้สายนั้นให้เดินสายแบบ full patch คือปลายสายด้านหนึ่งให้เป็นเต้ารับ ส่วนปลายสายด้านหนึ่งให้ติดตั้งเข้ากับ patch panel ที่อยู่ในตู้อุปกรณ์มาตรฐาน 19 นิ้วโดยการเดินสาย UTP นั้นต้องเดินอยู่ในท่อโลหะหรือรางโลหะหรือรางพลาสติกตลอดความยาวสายเพื่อป้องกันความเสียหาย

11.1.3.5 ผู้รับจ้างต้องจัดการเตรียมท่อร้อยสายและเดินสายตามแบบที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการจัดซื้อจัดจ้างโดยสายทุกเส้น (สาย UTP, หรือสายอื่นๆ (ถ้ามี)) ต้องมีป้าย (label) ที่ปลายทั้งสองและระบุจุดเชื่อมโยงอย่างชัดเจน

11.1.3.6 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นจากการติดตั้งรางร้อยสาย การวางสายและการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ หรือความเสียหายใดๆที่เกิดขึ้นเนื่องจากการปฏิบัติงานของผู้รับจ้างและต้องดำเนินการซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพเดิมโดยเร็ว

11.1.4 ให้ติดตั้งระบบไฟฟ้ากำลังสำหรับจ่ายให้กับอุปกรณ์ในตู้ Patch Panel

11.1.5 อุปกรณ์ทั้งหมด ต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน

11.2 ขอบเขตการทำงาน

ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆและทำให้อุปกรณ์ตัวนั้นใช้งานได้และทำงานร่วมกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์เดิมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังรายละเอียดดังนี้

11.2.1 ติดตั้งอุปกรณ์และเดินสาย Cable ชนิดต่างๆ ตามแบบระบบเครือข่ายฯและกำหนดจุดติดตั้งอุปกรณ์รับส่งสัญญาณ Outlet LAN และ อุปกรณ์เครือข่ายไร้สาย (access point)

11.2.2 เดินสายสัญญาณคอมพิวเตอร์แบบ UTP CAT6 ไปยังจุดต่อ Outlet ทั้งโทรศัพท์ คอมพิวเตอร์และ Access Point (WiFi) ตามแบบแนบ

11.2.3 จัดหาอุปกรณ์ประกอบ Rack, Switch HUB และ อื่นๆ ตามที่ระบุไว้ในแบบและมีคุณสมบัติเฉพาะขั้นต่ำของอุปกรณ์ รวมทั้งอุปกรณ์อื่นที่จำเป็น ตามข้อกำหนด

11.2.4 ทดสอบการทำงานของระบบเครือข่ายฯ ต้องทำการทดสอบทั้งตัวอุปกรณ์ที่ติดตั้งและสาย Cable ที่ติดตั้ง โดยใช้เครื่องมือเฉพาะด้านสำหรับงานทดสอบโดยเฉพาะ การทดสอบสายสามารถตรวจสอบการเข้าสายได้ถูกต้อง และต้องสามารถวัดความยาวของสายแต่ละเส้น จดบันทึกเป็นรายงานในเอกสารส่งงาน การติดตั้งและ Configuration ค่าในตัวอุปกรณ์ Switch ให้เป็นไปตามที่เจ้าหน้าที่ฝ่ายสารสนเทศของทางผู้ว่าจ้างเป็นผู้กำหนด

11.3 มาตรฐาน

The Structured Cabling System ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานดังต่อไปนี้

IEEE 802.11 b/g/n : Working Group for Wireless Local

Area Network

หรือ IEEE 802.11 b/g/n/ac(ขอสงวนสิทธิ์ถ้าในอนาคตเทคโนโลยี IEEE 802.11 b/g/n/ac มีผู้ผลิตในตลาดไม่น้อยกว่า 3 ราย และราคาเทียบเท่ากับการเสนอราคาใน BOQ โดยให้ทางผู้ควบคุมงาน และ ผู้ออกแบบ และ เจ้าของงานเป็นผู้พิจารณา)

IEEE 802.3 ab : Gigabit Ethernet Over Copper Media

IEEE 802.3 z : Gigabit Ethernet Fiber Optic Media

TIA/EIA 568B : Commercial Building Telecommunications

Wiring Standard

ANSI/TIA-568 : Telecommunication Standard

TIA/EIA 569 : Commercial Building Standard for

Telecommunications Pathways and Spaces

TIA/EIA 606 : Administration Standard for

Telecommunications Infrastructure of Commercial Buildings.

ISO 11801 : Communications Cabling Systems for

Commercial Pre

11.4 ความต้องการทางด้านเทคนิคของอุปกรณ์

11.4.1 อุปกรณ์กระจายสัญญาณ Core Switch SFP ระดับ Layer 3 มีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้

11.4.1.1 สามารถทำงานได้ใน Layer 2 และ Layer 3

11.4.1.2 มีพอร์ต Gigabit SFP Ethernet แบบ 10/100/1000 จำนวนไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต

11.4.1.3 มี Stacking Bandwidth ไม่น้อยกว่า 480 Gbps

11.4.1.4 มี Forwarding Rate ไม่น้อยกว่า 154 Mpps

11.4.1.5 มีประสิทธิภาพในการส่งผ่านข้อมูล Switch Capacity ไม่น้อยกว่า 208 Gbps

11.4.1.6 มีหน่วยความจำแบบ DRAM ไม่น้อยกว่า 8 GB และ Flash Memory ไม่น้อยกว่า 16 GB

11.4.1.7 มี Power Supply แบบ Redundant

11.4.1.8 รองรับ MAC Addresses VLAN ได้ไม่น้อยกว่า 32,000 Addresses

11.4.1.9 สนับสนุนมาตรฐาน IEEE 802.3ab, IEEE 802.1D, IEEE 802.1w, IEEE 802.1s IEEE 802.1p และ IEEE 802.1Q

11.4.1.10 สนับสนุนการทำ VLAN IDs ได้ไม่น้อยกว่า 4,000

11.4.1.11 รองรับการให้บริการ User Based VLAN Assignment และ Guest VLAN ได้ โดยทำงานร่วมกับ IEEE802.1x

11.4.1.12 สนับสนุนการ IPv4 Routing Protocol อย่างน้อยดังนี้ RIP และ RIP2

11.4.1.13 สนับสนุนการทำงาน Differentiated Services Code Point (DSCP) และสามารถเลือกที่จะกำหนด policing ได้ทั้งข้อมูลขาเข้าและขาออก

11.4.1.14 สนับสนุนการทำงานแบบ Control Plane Policing (CoPP) เพื่อป้องกันการโจมตีหน่วยประมวลผลกลางได้

11.4.1.15 สนับสนุนการเข้ารหัส (Link-layercryptography) ตามมาตรฐาน IEEE 802.1AE (MACsec) ได้

11.4.1.16 สนับสนุนการทำ Access Control List (ACL) ในระดับ Layer 2-3 ได้

11.4.1.17 สนับสนุนการเข้าไปจัดการอุปกรณ์ได้ดังต่อไปนี้ SSH, SNMP, RMON และ Web-based

11.4.1.18 รองรับการทำ Hot Standby Router Protocol (HSRP), IS-IS, Bootstrap Router (BSR), Multicast Source Discovery Protocol (MSDP)ได้

11.4.1.19 สามารถติดตั้งในตู้ Rack ขนาดมาตรฐาน 19 นิ้วได้

11.4.1.20 ผ่านการรับรอง หรือ ทดสอบตามมาตรฐาน FCC, UL

11.4.1.21 ผู้รับจ้างเสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย เพื่อรับรองการให้บริการอุปกรณ์ตลอดระยะเวลาการรับประกันจากบริษัทฯ ผู้ผลิตในประเทศไทย

11.4.2 อุปกรณ์ Access Switch 48 port 10/100/1000 และ 4 port GE Uplink ชนิด POE

11.4.2.1 มีช่องต่อสัญญาณ(พอร์ต)แบบ 10/100/1000 BASE-T จำนวนไม่น้อยกว่า 48 พอร์ต

11.4.2.2 มีพอร์ตแบบ IEEE 802.3at หรือ PoE 740 Watt จำนวน 48 พอร์ต

11.4.2.3 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ Switching capacity ไม่น้อยกว่า 104 Gbps และ Forwarding rate ไม่น้อยกว่า 77 Mbps

11.4.2.4 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ Flash memory ไม่น้อยกว่า 4 GB และ DRAM ไม่น้อยกว่า 2 GB

11.4.2.5 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ MAC Address ไม่น้อยกว่า 16K

11.4.2.6 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ VLAN IDs ไม่น้อยกว่า 1024

11.4.2.7 สนับสนุนการเข้ารหัส MACsec encryption

11.4.2.8 สนับสนุนการทำงานแบบ Control Plane Policing (CoPP) เพื่อป้องกันการโจมตีหน่วยประมวลผลกลางได้

11.4.2.9 สนับสนุนการทำงานพื้นฐานดังต่อไปนี้ STP, Trucking, Private VLAN (PVLAN), IP SLA Responder ได้

11.4.2.10 สนับสนุนการจัดการอุปกรณ์ผ่าน SNMP version 1, 2 และ 3 ได้

11.4.2.11 รองรับการจ่ายไฟสำรองผ่าน Redundant Power Supply

11.4.2.12 อุปกรณ์ต้องผ่านการรับรองมาตรฐาน FCC และ UL เป็นอย่างน้อย

11.4.2.13 ผู้รับจ้างเสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย เพื่อรับรองการให้บริการอุปกรณ์ตลอดระยะเวลาการรับประกันจากบริษัทฯ ผู้ผลิตในประเทศไทย

11.4.3 อุปกรณ์ Access Switch 24 port 10/100/1000 และ 4 port GE Uplink ชนิด POE

11.4.3.1 มีช่องต่อสัญญาณ(พอร์ต)แบบ 10/100/1000 BASE-T จำนวนไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต

11.4.3.2 มีพอร์ตแบบ IEEE 802.3at หรือ PoE 370 Watt จำนวน 24 พอร์ต

11.4.3.3 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ Switching capacity ไม่น้อยกว่า 56 Gbps และ Forwarding rate ไม่น้อยกว่า 41 Mbps

11.4.3.4 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ Flash memory ไม่น้อยกว่า 4 GB และ DRAM ไม่น้อยกว่า 2 GB

11.4.3.5 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ MAC Address ไม่น้อยกว่า 16K

11.4.3.6 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ VLAN IDs ไม่น้อยกว่า 1024

11.4.3.7 สนับสนุนการเข้ารหัส MACsec encryption

11.4.3.8 สนับสนุนการทำงานแบบ Control Plane Policing (CoPP) เพื่อป้องกันการโจมตีหน่วยประมวลผลกลางได้

11.4.3.9 สนับสนุนการทำงานพื้นฐานดังต่อไปนี้ STP, Trucking, Private VLAN (PVLAN), IP SLA Responder ได้

11.4.3.10 สนับสนุนการจัดการอุปกรณ์ผ่าน SNMP version 1, 2 และ 3 ได้

11.4.3.11 รองรับการจ่ายไฟสำรองผ่าน Redundant Power Supply

11.4.3.12 อุปกรณ์ต้องผ่านการรับรองมาตรฐาน FCC และ UL เป็นอย่างน้อย

11.4.3.13 ผู้รับจ้างเสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย เพื่อรับรองการให้บริการอุปกรณ์ตลอดระยะเวลาการรับประกันจากบริษัทฯ ผู้ผลิตในประเทศไทย

11.4.4 อุปกรณ์รับส่งสัญญาณเครือข่ายไร้สาย (Access point) มีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้

11.4.4.1 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้คลื่นความถี่วิทยุในการรับส่งข้อมูลโดยใช้งานย่านความถี่ 2.4 GHz และ 5GHz

11.4.4.2 สนับสนุนการทำงานร่วมกับ Wireless Lan Controller

11.4.4.3 สามารถเป็น Controller ในตัวเองได้

11.4.4.4 ความสามารถของ 802.11 ac

11.4.4.5 รองรับการเชื่อมต่อแบบ 4x4 MIMO downlink MU-MIMO with four spatial streams

11.4.4.6 มีอัตราส่วนแบบ MRC

11.4.4.7 รองรับ 802.11ac beamforming

11.4.4.8 มีช่องรับส่งสัญญาณที่ 20 MHz, 40 MHz , 80 MHz และ 160 MHz

11.4.4.9 มีอัตราการส่งข้อมูล PHY ถึง 3.47 Gbps (160 MHz,5GHz)

11.4.4.10 มี Pocket aggregation แบบ A-MPDU (Tx/Rx), A-MSDU (Tx/Rx)

11.4.4.11 สามารถเลือกความถี่แบบ Dynamic Frequency Selection (DFS) ได้

11.4.4.12 รองรับ Cyclic shift diversity (CSD)

11.4.4.13 ความสามารถของ 802.11ax

11.4.4.14 4x4 uplink/downlink MU-MIMO with four spatial streams

11.4.4.15 Uplink/downlink OFDMA

11.4.4.16 TWT

11.4.4.17 BSS coloring

11.4.4.18 มีอัตราส่วนแบบ MRC

11.4.4.19 รองรับ 802.11ax beamforming

11.4.4.20 มีช่องรับส่งสัญญาณที่ 20 MHz, 40 MHz , 80 MHz และ 160 MHz

11.4.4.21 มีอัตราการส่งข้อมูล PHY data rates up to 5.38 Gbps (160 MHz with 5 GHz and 20 MHz with 2.4 GHz)

11.4.4.22 มี Pocket aggregation แบบ A-MPDU (Tx/Rx), A-MSDU (Tx/Rx)

11.4.4.23 สามารถเลือกความถี่แบบ 802.11 DFS ได้

11.4.4.24 รองรับ Cyclic shift diversity (CSD)

11.4.4.25 เข้ารหัสข้อมูลมาตรฐาน WPA WPA2 และ WPA3 ได้

11.4.4.26 มีเสาอากาศ Integrated Antenna แบบรอบทิศทาง กำลังขยายไม่น้อยกว่า 3 dBi ที่ความถี่ 2.4GHz และ 4 dBi ที่ความถี่ 5GHz

11.4.4.27 เชื่อมต่อด้วยความเร็ว 10/100/1000base-T autosensing แบบ RJ45

11.4.4.28 มี LED แสดงสถานการณ์ทำงาน

11.4.4.29 รองรับมาตรฐาน UL 60950-1, CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1, UL 2043, IEC 60950-1, EN 60950-1

11.4.4.30 รองรับการจ่ายไฟแบบ Power inline ตามมาตรฐาน 802.3at

11.4.4.31 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกันกับ Core Switch และ Access Switch เพื่อการทำงานที่สมบูรณ์

11.4.4.32 ผู้รับจ้างเสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย เพื่อรับรองการให้บริการอุปกรณ์ตลอดระยะเวลาการรับประกันจากบริษัทฯ ผู้ผลิตในประเทศไทย

11.4.5 อุปกรณ์ควบคุมตัวรับส่งเครือข่ายไร้สาย Wireless Access Point Controller มีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้

11.4.5.1.1 สามารถเพิ่ม License Access Point ได้ รองรับได้สูงสุด 250 Access Point

11.4.5.1.2 สามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ Wireless-B/G/N/AC/AX (802.11b/g/n/ac/ax)

11.4.5.1.3 รองรับ Maximum number of clients อย่างน้อย 5000 Clients

11.4.5.1.4 มี Maximum throughput อย่างน้อย 5 Gbps

11.4.5.1.5 รองรับ Fixed uplinks แบบ 2x 10G/Multigigabit copper or 2x 10G/Multigigabit fiber

11.4.5.1.6 รองรับพอร์ตเชื่อมต่อ LAN 10/100 แบบ RJ-45 จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต

11.4.5.1.7 รองรับพอร์ต Console 10/100 แบบ RJ-45 จำนวนไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต

11.4.5.1.8 รองรับพอร์ต Console แบบ mini-USB จำนวนไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต

11.4.5.1.9 รองรับระบบความปลอดภัยแบบ Wired Equivalent Privacy (WEP) RC4 40, 104 and 128 bits (both static and shared keys)

11.4.5.1.10 รองรับ DHCP, TCP/IP

11.4.5.1.11 รองรับการจัดการแบบ SNMP v1, v2c, v3

11.4.5.1.12 รองรับ Web Based Management

11.4.5.1.13 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกันกับ Core swtich และ Access Switch เพื่อการทำงานที่สมบูรณ์

11.4.5.1.14 ผู้รับจ้างเสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย เพื่อรับรองการให้บริการอุปกรณ์ตลอดระยะเวลาการรับประกันจากบริษัทฯ ผู้ผลิตในประเทศไทย

11.4.6 อุปกรณ์ป้องกันการบุกรุกเครือข่าย Data Center Firewall มีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้

11.4.6.1 เป็นอุปกรณ์เฉพาะ Hardware appliance ที่ออกแบบมาเพื่อทำหน้าที่ Next Generation Firewall โดยเฉพาะ

11.4.6.2 มี Throughput ไม่น้อยกว่า 1.5 Gbps เมื่อเปิดการใช้งานแบบ Firewall ร่วมกับ Application control พร้อมกัน

11.4.6.3 สามารถทำงานในรูปแบบของ Intrusion Prevention System โดยมี Throughput สูงสุดไม่น้อยกว่า 1.5 Gbps

11.4.6.4 มี Network Interface แบบ RJ-45 จำนวน 8 พอร์ต และ SFP จำนวน 4 พอร์ต

11.4.6.5 รองรับการเชื่อมต่อ Maximum current connections สูงสุดไม่น้อยกว่า 200,000 sessions

11.4.6.6 รองรับการเชื่อมต่อ New connections per second สูงสุดไม่น้อยกว่า 15,000 connections per second

11.4.6.7 สามารถทำงานแบบ IPSEC VPN Throughput สูงสุดไม่น้อยกว่า 1 Gbps

11.4.6.8 รองรับการทำงานแบบ Transport Layer Security (TLS) ได้อย่างน้อย 700 Mbps

11.4.6.9 มี Hard disk แบบ Solid State ขนาดไม่น้อยกว่า 200 GB

11.4.6.10 มี Management Interface แบบ 10M/100M/1GBASE-T อย่างน้อย 1 พอร์ต

11.4.6.11 อุปกรณ์สามารถตรวจจับและป้องกันการโจมตี ในรูปแบบดังต่อไปนี้ ได้แก่ Worm, Backdoor, Spyware, Port Scans, VoIP Attacks, IPv6 Attacks, Dos Attacks, Buffer Overflows, P2P Attacks, Statistical Anomalies, Protocol Anomalies, Application Anomalies, Blended Threats และ Zero-day Threats

11.4.6.12 สามารถวิเคราะห์ Advance Malware ได้โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบ Analysis และทำการวิเคราะห์การทำงานของไฟล์บนระบบที่มีการควบคุม (Cloud Sandboxing) รวมถึงสามารถตรวจสอบ File ย้อนหลังได้กรณีที่ File ถูกวิเคราะห์ว่าเป็น Malware ในภายหลัง (Retrospective)

11.4.6.13 สามารถทำการกำหนด IP Address และ Service Port แบบ Network Address Translation (NAT) และ Port Address Translation (PAT) ได้

11.4.6.14 รองรับการทำงาน High Availability แบบ Active-Standby หรือ Active-Active หรือแบบ Stackable ได้เป็นอย่างน้อย

11.4.6.15 รองรับ Open API เพื่อให้สามารถบริหารจัดการจาก 3rd Party software หรือ ระบบบริหารจัดการภายนอกได้

11.4.6.16 เป็นอุปกรณ์ที่ได้รับการรับรองความปลอดภัยในการใช้งานจาก EN , UL และ CSA เป็นอย่างน้อย

11.4.6.17 มีขนาดมาตรฐานไม่เกิน 1U และ สามารถติดตั้งในตู้ RACK ขนาด 19 นิ้วได้

11.4.6.18 อุปกรณ์ที่นำเสนอต้องอยู่ใน Quadrant ที่เป็น Leaders ของ Gartner Enterprise Network Firewall ปี 2019

11.4.6.19 อุปกรณ์ที่นำเสนอต้องมาพร้อมกับลิขสิทธิ์ สำหรับเข้าถึงฐานข้อมูลด้านความปลอดภัย (Threat Intelligent) จากเจ้าของผลิตภัณฑ์ไม่น้อยกว่า 2 ปี

11.4.6.20 อุปกรณ์ที่นำเสนอต้องมาพร้อมกับประกันอุปกรณ์เจ้าของผลิตภัณฑ์ไม่น้อยกว่า 2 ปี

11.4.7 ระบบสำรองไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง (UPS System) ขนาดไม่น้อยกว่า 3 KVA มีคุณลักษณะ

11.4.7.1 เครื่องสำรองไฟที่มีขนาด 3000VA/2700 Watt

11.4.7.2 ใช้เทคโนโลยี Online Double Conversion

11.4.7.3 รองรับ Smart Battery Management , Extended Battery module Auto-detection

11.4.7.4 รองรับ Generator Compatible , Overload Protection

11.4.7.5 แรงดันไฟฟ้าขาเข้าอยู่ใน 230 ± 10% VAC

11.4.7.6 แรงดันไฟฟ้าขาเข้าอยู่ในช่วง (Input Voltage Range) 80-300 Vac

11.4.7.7 แรงดันไฟฟ้าขาออกอยู่ในช่วง 208 ± 1%, 220 ± 1%, 230 ± 1%, 240 ± 1% VAC

11.4.7.8 มี Input Frequency Detection แบบ Auto-sensing

11.4.7.9 ชนิดของแบตเตอรี่เป็นชนิด Sealed Lead-acid

11.4.7.10 โครงสร้างของแบตเตอรี่เป็นแบบ Rack/Tower

11.4.7.11 อุปกรณ์ที่เสนอจะต้องผ่านการรับรองมาตรฐาน CE, EAC และ RoHS

11.4.8 ระบบสำรองไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง (UPS System) ขนาดไม่น้อยกว่า 2 KVA มีคุณลักษณะ

11.4.8.1 เครื่องสำรองไฟที่มีขนาด 2000VA/1800Watt

11.4.8.2 ใช้เทคโนโลยี Online Double Conversion

11.4.8.3 รองรับ Smart Battery Management , Extended Battery module Auto-detection

11.4.8.4 รองรับ Generator Compatible , Overload Protection

11.4.8.5 แรงดันไฟฟ้าขาเข้าอยู่ใน 230 ± 10% VAC

11.4.8.6 แรงดันไฟฟ้าขาเข้าอยู่ในช่วง (Input Voltage Range) 80-300 Vac

11.4.8.7 แรงดันไฟฟ้าขาออกอยู่ในช่วง 208 ± 1%, 220 ± 1%, 230 ± 1%, 240 ± 1% VAC

11.4.8.8 มี Input Frequency Detection แบบ Auto-sensing

11.4.8.9 ชนิดของแบตเตอรี่เป็นชนิด Sealed Lead-acid

11.4.8.10 โครงสร้างของแบตเตอรี่เป็นแบบ Rack

11.4.8.11 อุปกรณ์ที่เสนอจะต้องผ่านการรับรองมาตรฐาน CE, EAC และ RoHS

11.4.9 ระบบสำรองไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง (UPS System) ขนาดไม่น้อยกว่า 1 KVA มีคุณลักษณะ

11.4.9.1 เครื่องสำรองไฟที่มีขนาด 1000VA/900Watt

11.4.9.2 ใช้เทคโนโลยี Online Double Conversion

11.4.9.3 รองรับ Smart Battery Management , Extended Battery module Auto-detection

11.4.9.4 รองรับ Generator Compatible , Overload Protection

11.4.9.5 แรงดันไฟฟ้าขาเข้าอยู่ใน 230 ± 10% VAC

11.4.9.6 แรงดันไฟฟ้าขาเข้าอยู่ในช่วง (Input Voltage Range) 80-300 Vac

11.4.9.7 แรงดันไฟฟ้าขาออกอยู่ในช่วง 208 ± 1%, 220 ± 1%, 230 ± 1%, 240 ± 1% VAC

11.4.9.8 มี Input Frequency Detection แบบ Auto-sensing

11.4.9.9 ชนิดของแบตเตอรี่เป็นชนิด Sealed Lead-acid

11.4.9.10 โครงสร้างของแบตเตอรี่เป็นแบบ Rack

11.4.9.11 อุปกรณ์ที่เสนอจะต้องผ่านการรับรองมาตรฐาน CE, EAC และ RoHS

11.4.10 แร็คขนาด 42 U มีข้อกำหนดคุณลักษณะดังนี้

11.4.10.1 เป็นตู้แร็คขนาด 42U โดยมีความกว้างไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร และความลึกไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร

11.4.10.2 มีรางไฟฟ้าที่มีเต้ารับไฟฟ้า 220V ไม่น้อยกว่า 12 Outlet

11.4.10.3 มีพัดลมระบายอากาศไม่น้อยกว่า 2 ตัว

11.4.10.4 เป็นตู้แร็คที่ผลิตตามมาตรฐาน ISO 9001: 2000

11.4.11 แร็คขนาด 27U มีข้อกำหนดคุณลักษณะดังนี้

11.4.11.1 เป็นตู้แร็คขนาด 15 U โดยมีความกว้างไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร และความลึกไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร

11.4.11.2 มีรางไฟฟ้าที่มีเต้ารับไฟฟ้า 220V ไม่น้อยกว่า 12 Outlet

11.4.11.3 มีพัดลมระบายอากาศไม่น้อยกว่า 2 ตัว

11.4.11.4 เป็นตู้แร็คที่ผลิตตามมาตรฐาน ISO 9001: 2000

11.4.12 ตู้แร็คขนาด 12U มีข้อกำหนดคุณลักษณะดังนี้

11.4.12.1 เป็นตู้แร็คขนาด 12 U โดยมีความกว้างไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร และความลึกไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร

11.4.12.2 มีรางไฟฟ้าที่มีเต้ารับไฟฟ้า 220V ไม่น้อยกว่า 6 Outlet

11.4.12.3 มีพัดลมระบายอากาศไม่น้อยกว่า 1 ตัว

11.4.12.4 เป็นตู้แร็คที่ผลิตตามมาตรฐาน ISO 9001: 2000

11.5 การติดตั้ง

11.5.1 การสำรวจสถานที่ก่อสร้าง

ก่อนจะทำการติดตั้ง/เดินสายเคเบิล ผู้รับจ้างต้องสำรวจบริเวณที่จะติดตั้งเพื่อศึกษาถึงลักษณะและสภาพทั่วไป เพื่อที่จะไม่มีผลกระทบในการเดินสายเคเบิ้ลและการจัดการ โยกย้ายสิ่งกีดขวาง

11.5.2 Pulling Tension

Cable pulling tensions จะต้องไปเกินมาตรฐานที่ผู้ผลิตกำหนดไว้

11.5.3 Bend Radius

Bend radius จะต้องไม่มากเกินไปเท่าที่มาตรฐานที่ผู้ผลิตกำหนดไว้

ระยะห่างของ UTP cable termination bend radius สำหรับ 4-pair cable มีความโค้งงอได้มากที่สุดไม่เกิน 4 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลาง ภายนอกของสายไฟและ 10 เท่า สำหรับสายแบบ multi-pair ซึ่งสามารถกระทำได้โดยไม่ขัดต่อมาตรฐาน/ข้อกำหนดของโรงงานผู้ผลิต

ในระหว่างการติดตั้งจริง bend radius on 4-pair cable จะต้องไม่เกิน 8 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของสายเคเบิ้ล และ 10 เท่าสำหรับ multi-pair ซึ่งสามารถกระทำได้โดยไม่ขัดต่อมาตรฐาน/ข้อกำหนดของโรงงานผู้ผลิต

11.5.4 Slack

จะต้องเหลือพื้นที่ใช้งานอย่างน้อย 300 mm (12 in) ไว้สำหรับสาย UTP

ในกล่องสัญญาณสื่อสารจะต้องเหลือ slack อย่างน้อย 3 m (10 ft) สำหรับสายไฟอื่นๆ Slack จะต้องจัดเก็บไว้ในรางวางสายไฟฟ้าอย่างเรียบร้อย

11.5.5 Cable Tie Wraps

Tie wraps ต้องมีระยะที่เหมาะสม เพื่อความปลอดภัยของแต่ละสายเคเบิล อีกทั้งมีความยืดหยุ่นในจุด termination points ด้วยการห่อหุ้มนี้ไม่ควรแน่นจนเกินไปในจุดที่มีการห่อหุ้มของสายเคเบิล

สายหลัก สำหรับ Hook และ loop ควรจะมีการใช้งานในตู้เก็บเนื่องจากสายเคเบิล และปลายทางสาย อาจมีการแก้ไข ใช้งาน ได้บ่อยๆ

11.5.6 Grounding/Earthging

สายดินและ bonding ให้กระทำถูกต้องตามรหัสและข้อกำหนด

11.6 การทดสอบ

การทดสอบคุณสมบัติ : (เพื่อทดสอบว่าหลักการติดตั้งแล้วการใช้งานนั้นเข้าขึ้นมาตรฐาน) ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้:-

11.6.1 คุณสมบัติของ 4 คู่สาย (4 pairs) เป็นไปตามกำหนดของ TIA-EIA-568C

11.6.2 Channel Length: Measurement of the entire Channel Length. ความยาวของ Channel Length ได้มากที่สุด คือ 100 Meters

11.6.3 Attenuation: Maximum attenuation for a 100-Meter Channel at 250 MHz คือ 32.8 d

11.6.4 ช่องสัญญาณสำหรับ PS NEXT ที่ความถี่ 1 MHz คือ 75.0 dB และ 250 MHz คือ 39.0 dB (เป็นอย่างต่ำ)

11.6.5 Equal Level Far-End Crosstalk (PS ELFEXT) ความถี่อย่างต่ำที่ 250 MHz คือ 17.0 Db

11.6.6 Return Loss: หน่วยวัดสัญญาณเสียงสะท้อน ช่องสัญญาณที่ 250 MHz คือ 17.3 dB เป็นอย่างต่ำ

11.6.7 Channel ใดที่ไม่สามารถผ่านการตรวจสอบจะต้องไปรับการซ่อมแซม/เปลี่ยนหรือเดินสายใหม่หากจำเป็น

11.6.8 Channel Test, Category 6 หรือ Cat 6A สำหรับอุปกรณ์ AP (Access Point) ตามที่แบบกำหนด

11.7 การรับประกัน Cabling System

อุปกรณ์ทุกชนิดมีการติดตั้งต้องได้รับการรับประกันจากบริษัทผู้ผลิตและได้คุณภาพตามที่ ผู้รับจ้าง/ผู้ผลิตสินค้าต้องรับผิดชอบเมื่อมีการซ่อมแซม เปลี่ยนอุปกรณ์ หรืออุปกรณ์ที่ไม่ได้คุณภาพตามที่กำหนด ทั้งนี้รวมถึงรับผิดชอบในส่วนของค่าจ้างแรงงานด้วย

ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันอุปกรณ์เกี่ยวกับ Cabling system พร้อมทั้งมีใบรับประกันคุณภาพซึ่งใช้มากกว่า 15 ปี นอกจากนั้น ใบรับประกันยังรวมถึงการบริการเสริมพิเศษอื่นๆ ด้วย รวมถึงความช่วยเหลือในการจัดหาอุปกรณ์ต่างๆ ในการเข้ารับการใช้บริการด้วย

12. ระบบควบคุมการเข้าออกประตู

12.1 ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุถึงความต้องการด้านคุณสมบัติ สมรรถนะและการติดตั้งระบบควบคุมประตูรวมทั้งอุปกรณ์ประกอบต่างๆทั้งหมด เพื่อให้การใช้งานระบบควบคุมประตูมีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดและคุณสมบัติดังต่อไปนี้

ระบบต้องสามารถใช้งานกับบัตรของบุคลากรในปัจจุบันได้

- ระบบจะต้องผลิตโดยโรงงานที่ทำธุรกิจในด้าน Access control เป็นหลัก มีความรู้ความชำนาญ ในการออกแบบและผลิตระบบดังกล่าวมาเป็นเวลานาน มีผลงานอยู่ทั่วโลก
- ผู้จำหน่ายและติดตั้งจะต้องเป็นตัวแทนที่ได้รับการแต่งตั้งโดยตรงจากโรงงานผู้ผลิต มีผลงานในการติดตั้งในประเทศไทยมาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี และมีจำนวนผลงานที่ติดตั้งไม่น้อยกว่า 15 ผลงาน โดยมีขอบข่ายครอบคลุมดังรายละเอียดดังนี้

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งระบบควบคุมการเข้าออกและทดสอบระบบจนสามารถใช้งานได้ตามตำแหน่ง ที่ปรากฏในแบบ ซึ่งระบบจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์อย่างน้อยดังนี้

- ซอฟต์แวร์ควบคุมการเข้าออก (Access Control Management Software)
- เครื่องควบคุมระบบ (Client) ถ้ามี หรือตามระบุในแบบ
- เครื่องอ่านบัตร และอ่านลายนิ้วมือ (Card Reader with Finger Scan)
- บัตร (Card)
- ล็อคไฟฟ้า (Magnetic Lock , Drop Bolt)
- ปุ่มกดออก (Exit Switch)
- ปุ่มกดออกฉุกเฉิน (Break Glass Emergency)

12.2 รายละเอียดวัสดุอุปกรณ์

12.2.1 ซอฟต์แวร์ควบคุมการเข้าออก (Access Control Management Software)

12.2.1.1 เป็นโปรแกรมสำหรับบริหารจัดการ และควบคุมการ เข้า – ออก ของบุคคล และเป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกับตัวเครื่องเครื่องอ่านบัตร และอ่านลายนิ้วมือ

12.2.1.2 รองรับการใช้งานโปรแกรมเป็นภาษาอังกฤษ และภาษาไทย

12.2.1.3 รองรับการสื่อสารบน TCP/IP ในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์หลักภายในระบบ และสามารถตรวจสอบการทำงานของเครื่องอ่านบัตร และอ่านลายนิ้วมือ แบบ Real Time ได้

12.2.1.4 สามารถควบคุมการเปิด-ปิดประตูผ่านระบบได้

12.2.1.5 สามารถควบคุมและแสดงสถานะ Input / Output ของประตูได้

12.2.1.6 รองรับการตั้งค่าผู้ดูแลระบบได้ไม่น้อยกว่า 50 รายชื่อ

12.2.1.7 รองรับผู้ใช้งานในระบบได้ไม่น้อยกว่า 2,000 รายชื่อ

12.2.1.8 รองรับการใช้งานบัตร และลายนิ้วมือ รวมกันได้ไม่น้อยกว่า 5,000 ข้อมูล

12.2.1.9 สามารถกำหนดสิทธิ์การเข้า-ออก ของประตูในแต่ละจุดได้ และสามารถกำหนดตารางเวลา (Time Schedule) ได้ไม่น้อยกว่า 32 รูปแบบ

12.2.1.10 สามารถกำหนดรูปแบบการยืนยันตัวตนได้ ดังนี้

- บัตรเพียงอย่างเดียว

- ลายนิ้วมือเพียงอย่างเดียว

- บัตรร่วมกับลายนิ้วมือ

12.2.2 **เครื่องควบคุมระบบ (Client Management)** ถ้ามี หรือตามระบุในแบบ

12.2.2.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) เป็น Intel Core i5 หรือดีกว่า และต้องเป็นรุ่นปัจจุบันในช่วงเวลาจัดซื้อ

12.2.2.2 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) แบบ DDR5 ขนาดไม่น้อยกว่า 16 กิกะไบต์ (GB)

12.2.2.3 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Storage) แบบ Solid State Drive (SSD) ความจุไม่น้อยกว่า 240 กิกะไบต์ (GB)

12.2.2.4 มีพอร์ตเชื่อมต่อตามมาตรฐาน USB 2.0 และ 3.0 รวมกัน จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต

12.2.2.5 มีพอร์ต Gigabit Ethernet (10/100/1000 Mbps) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต

12.2.2.6 มีจอแสดงผลขนาดหน้าจอ 21.5 นิ้ว จำนวน 1 ชุด และเป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกับตัวเครื่องควบคุมระบบ

12.2.2.7 มีระบบปฏิบัติการ Microsoft Window 11 หรือเวอร์ชั่นที่ใหม่กว่า

12.2.3 **เครื่องอ่านบัตร และอ่านลายนิ้วมือ (Card Reader with Finger Scan)** มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

12.2.3.1 เป็นเครื่องอ่านบัตรชนิดมีปุ่มกด และรองรับการอ่านลายนิ้วมือ

12.2.3.2 มีหน้าจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 2.4 นิ้ว

12.2.3.3 รองรับการใช้งานหน้าจอแสดงผลเป็นภาษาอังกฤษ และภาษาไทย

12.2.3.4 ใช้คลื่นความถี่ Mifare ในการอ่านบัตร

12.2.3.5 รองรับการใช้งานได้สูงสุด 3,000 บัตร หรือ 3,000 ลายนิ้วมือ

12.2.3.6 มีการแจ้งเตือนแบบเสียงเพื่อบอกสถานการณ์ทำงานของเครื่อง

12.2.3.7 รองรับการรับ - ส่ง ข้อมูลผ่านพอร์ต USB

12.2.3.8 รองรับการเชื่อมต่อระบบ Network แบบ TCP/IP

12.2.4 **บัตร (Card) มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้**

12.2.4.1 เป็นบัตรที่ใช้เทคโนโลยีแบบสัมผัส (Mifare)

12.2.4.2 ทำงานที่ความถี่ 13.56 MHz

12.2.4.3 ได้รับมาตรฐาน ISO/IEC 14443

12.2.5 ล็อคไฟฟ้า (Magnetic Lock, Drop Bolt) (ชนิดของอุปกรณ์เป็นไปตามระบุในแบบ)

12.2.5.1 แบบแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Lock)

12.2.5.2 เป็นแบบแม่เหล็กไฟฟ้าขนาด 600 LBS.

12.2.5.3 สามารถใช้กับแรงดันไฟฟ้า 12 VDC หรือ 24 VDC

12.2.5.4 มีวงจรตรวจสอบสถานะประตูอยู่ภายใน

- แบบกลอนไฟฟ้า (Drop Bolt)
- เป็นแบบไม่ทำงานเมื่อตัดกระแสไฟฟ้าแล้ว
- ใช้กับแรงดันไฟฟ้า 12 VDC
- มีวงจรตรวจสอบสถานะประตูอยู่ภายใน

12.2.6 **ปุ่มกดออก (Exit Switch)** (ชนิดของอุปกรณ์เป็นไปตามระบุในแบบ)

12.2.6.1 แบบปุ่มกด (Button)

- ทำจากวัสดุ Aluminum
- ทำงานแบบใช้นิ้วกดปุ่ม เพื่อสั่งงาน
- มีเครื่องหมายหรือตัวอักษรแสดงถึงการใช้งานสำหรับเปิด-ปิดประตู

12.2.6.2 แบบไร้สัมผัส (No Touch)

- ทำจากวัสดุ Aluminum
- ทำงานแบบไร้สัมผัส เพื่อสั่งงาน
- มีเครื่องหมายหรือตัวอักษรแสดงถึงการใช้งานสำหรับเปิด-ปิดประตู

12.2.7 **ปุ่มกดออกฉุกเฉิน (Break Glass Emergency)**

12.2.7.1 สามารถเลือกได้ว่าจะติดตั้งแบบลอยหรือฝังในผนัง

12.2.7.2 มีสีหรือสัญลักษณ์ที่แตกต่างจาก BREAK GLASS ของระบบ FIRE ALARM (ถ้ามี)

12.3 **การรับประกัน การบริการ การฝึกอบรม และการบำรุงรักษา**

12.3.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบอย่างน้อย 2 ปี

12.3.2 เมื่อเกิดเหตุเครื่องไม่ทำงานหรือชำรุด ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดต่อกลับเพื่อตรวจสอบและแก้ไขปัญหาให้แล้วเสร็จหลังจากที่ได้รับแจ้งภายใน 24 ชั่วโมง หลังจากได้รับแจ้ง หากพบว่าอุปกรณ์ชำรุด ต้องเปลี่ยนอุปกรณ์ที่มีคุณภาพเทียบเท่าหรือดีกว่า ภายในไม่เกิน 48 ชั่วโมง โดยไม่เรียกค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจากผู้ว่าจ้างภายในระยะเวลารับประกัน

12.3.3 ผู้รับจ้างต้องจัดโปรแกรมแสดงขั้นตอนการอบรมเจ้าหน้าทีของผู้ว่าจ้างให้ทราบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ การใช้งาน การโปรแกรมและการแก้ไขโปรแกรมให้เข้าใจจนชำนาญ

12.4 **การทดสอบและการส่งมอบงาน**

12.4.1 หลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จผู้ขายต้องดำเนินการทดสอบการทำงานของวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมดต่อหน้าผู้ซื้อหรือตัวแทนผู้ซื้อตามวิธีการและรายละเอียดที่ผู้ซื้อกำหนดทั้งนี้ ผู้ขายต้องเสียค่าใช้จ่ายในการทดสอบและแก้ไขวัสดุและอุปกรณ์กรณีที่เกิดความเสียหายจากการทดสอบทั้งหมด

13. ระบบเสียง

13.1 ข้อกำหนดทั่วไป

13.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบเสียงทั้งหมด เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับของทางโรงพยาบาล

13.1.2 ให้ทางผู้รับจ้างทำการเชื่อมต่อสัญญาณจากระบบเสียงของทางโรงพยาบาล มายังพื้นที่ที่ทำการปรับปรุง โดยรับสัญญาณจากโซนใกล้เคียงในพื้นที่

13.1.3 ระบบเสียงแต่ละพื้นที่ กำหนดให้มีปุ่มปรับความดังของเสียงได้ในแต่ละพื้นที่ และยังสามารถทำการ Override เสียงให้สามารถประกาศได้ แม้ว่าปุ่มปรับเสียงจะอยู่ในสภาวะปิดอยู่

13.1.4 ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้ง และทดสอบระบบเสียง ให้ทำงานร่วมกันกับของทางอาคารโรงพยาบาลได้

13.2 ความต้องการทั่วไปของระบบเสียง

รายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ และความต้องการทางด้านเทคนิค

13.2.1 ลำโพงเพดานขนาด 6 วัตต์ (Ceiling Mount Speaker 6 W) มีคุณสมบัติดังนี้

13.2.1.1 ทนกำลังขยายได้ 6 วัตต์ (100V Line)

13.2.1.2 ระดับความดังของเสียงไม่น้อยกว่า 94 dB (1 วัตต์/ 1 เมตร)

13.2.1.3 ตัวลำโพงขนาด 16 เซนติเมตร (6นิ้ว)

13.2.1.4 ความถี่ตอบสนอง 65 -20,000 Hz

13.2.1.5 ความต้านทานหม้อแปลงที่ 100 V Line :1.7 กิโลโอห์ม (6W) ,3.3 กิโลโอห์ม (3W), 6.7 กิโลโอห์ม (1.5W),13 กิโลโอห์ม (0.8W)

13.2.2 สวิทช์ควบคุมเสียง (Volume Control) มีคุณลักษณะดังนี้

13.2.2.1 สวิทช์ควบคุมเสียงโดยทั่วไปให้เป็นแบบติดฝังกับผนัง

13.2.2.2 มีPower Ratingไม่น้อยกว่า100 โวลท์ หรือตามขนาดลำโพงที่ควบคุมอยู่

13.2.2.3 สามารถปรับระดับเสียงได้ไม่น้อยกว่า 5 ระดับหรือมากกว่าและสามารถ Override เสียงได้ในกรณีที่ต้องการ Emergency Paging

13.3 การติดตั้ง

13.3.1 สายสัญญาณเสียง ให้ใช้สายตัวนำไม่เล็กกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร ชนิด (VTF) หรือตามที่กำหนดในแบบ หรือในกรณีที่กำหนดให้ใช้สายทนไฟ ให้ผู้รับจ้างเสนอสายทนไฟที่มีคุณสมบัติตามปรากฏในหมวดที่ว่าด้วยสายทนไฟ

13.3.2 เพื่อให้การติดตั้งและระบบใช้งานได้สมบูรณ์ ผู้รับจ้างอาจจำเป็นต้องแก้ไขหรือเพิ่มเติมอุปกรณ์ในระบบซึ่งอาจจะกำหนดในแบบหรือข้อกำหนดนี้หรือไม่ก็ตาม แต่ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ออกแบบ

13.3.3 ระบบการต่อลงดิน ให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต

13.3.4 อุปกรณ์ทั้งหมดให้ติดตั้งใน Rack มาตรฐานตามที่โรงงานผู้ผลิตแนะนำ นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น

13.3.5 ผู้รับจ้างต้องส่งแบบการจัดวางอุปกรณ์ในตู้ Rack ให้ทางผู้ควบคุมงานหรือทางผู้ออกแบบพิจารณาก่อนดำเนินการติดตั้ง

13.4 การทดสอบ

13.4.1 ตรวจสอบการเดินสายและการเข้าสายของอุปกรณ์ว่าถูกต้องเรียบร้อย

13.4.2 หลังการติดตั้งแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบการทำงานของระบบ ว่าทำงานร่วมกับระบบเสียงของทางอาคารโรงพยาบาลได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้เงื่อนไขการทดสอบจะต้องได้รับความเห็นชอบจากทางฝ่ายซ่อมบำรุงของโครงการ

13.5 การรับประกัน การบริการ

13.5.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันอุปกรณ์และระบบเสียงเป็นระยะเวลา 2 ปี

13.5.2 ผู้รับจ้างต้องบริการทำการแก้ไขระบบเสียง กรณีที่ใช้งานไม่ได้ภายใน 24 ชั่วโมง หลังจากได้รับแจ้ง โดยไม่เรียกค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจากผู้ว่าจ้างในระยะเวลาประกัน

13.5.3 ผู้รับจ้างต้องบริการตรวจเช็คระบบ และการทำงานของ ระบบเสียง ทุกๆ 6 เดือนหรือตามที่มีการตกลงกัน ในช่วงระยะเวลารับประกัน

13.5.4 ต้องจัดให้มีการอบรม การใช้งานระบบเสียงให้กับคณะบุคคลของผู้ว่าจ้าง ให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

14.ระบบเรียกพยาบาล

14.1 ข้อกำหนดทั่วไป

14.1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์และติดตั้งระบบเรียกพยาบาลตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบ เพื่อให้ใช้ในการติดต่อระหว่างห้องหรือเตียงผู้ป่วยกับพยาบาล โดยระบบเรียกพยาบาลประกอบด้วยอุปกรณ์ ต่าง ๆ ดังนี้

- NURSE CALL MASTER STATION and POWER SUPPLY 24V DC
- CENTRAL CONTROL UNIT
- BEDSIDE SUB STATION and BED SIDE CALL CORD
- INTERCOM STATION
- BATHROOM PULLCORD
- CORRIDOR LAMP
- CORRIDOR LAMP FOR PUBLIC TOILET
- CABLE

14.1.2 ระบบพยาบาลที่เลือกใช้เป็นผลิตภัณฑ์ของ AIPHONE หรือเทียบเท่าและเป็นระบบพยาบาลที่ได้รับมาตรฐานสากล Listed UL 1069, ISO 9001, ISO 14001 ได้รับรางวัล Deming Prize และผลิตตาม ข้อกำหนดของ Proposition 65 เพื่อรับรองคุณภาพของสินค้าและสิ่งแวดล้อม

14.2 ข้อกำหนดทางเทคนิค

14.2.1 NURSE CALL MASTER STATION จะต้องเป็นแบบ MICROPROCESSOR สามารถรองรับจำนวนเตียงไม่ต่ำกว่า 50 เตียง และ สามารถขยายต่อได้ถึง 80 เตียง ทำจากพลาสติกคุณภาพสูง Fire-retardant Material with UL 94(V-0 Grade) มีสัญญาณไฟ Led Indicator สีแดงแสดงสัญญาณการเรียกพร้อมสัญญาณเสียง การเรียกจากห้องผู้ป่วยจะเรียกได้ทั้งแบบธรรมดาและแบบฉุกเฉิน โดยสัญญาณเสียงที่เรียกจะแตกต่างกัน และในกรณีที่พยาบาลอาจจะวางหูโทรศัพท์ไม่สนิทหรือไม่ได้วางหูเข้าที่เก็บ ภายใน 90 วินาที Master Station จะส่งสัญญาณเสียงเตือนให้พยาบาลทราบว่าวางหูไม่สนิท เมื่อวางหูเก็บเรียบร้อยสัญญาณเสียงก็จะหยุด

<u>ตัว Master ประกอบด้วย:</u>

- TELEPHONE HANDSET ใช้ติดต่อระหว่างพยาบาลกับผู้ป่วย
- MICROPHONE ใช้พูดติดต่อกับผู้ป่วยโดยไม่ต้องใช้ Telephone Handset
- LED INDICATOR แสดงสัญญาณไฟสีแดงเมื่อมีการกดเรียกมาจากผู้ป่วย
- STATION SELECTOR SWITCH ใช้เลือกจะติดต่อเตียงผู้ป่วยคนใด
- CALL AND TONE VOLUME สำหรับปรับความดัง-เบา ของเสียง
- TONE OFF BUTTON เพื่อตัดสัญญาณเสียงเรียกให้เหลือแต่สัญญาณแสง
- ปุ่ม Test Switch เพื่อทำการ Test ตัว Master ว่าใช้งานได้ตามปกติหรือไม่

14.2.2 CENTRAL CONTRAL UNIT (CCU) ควบคุมการทำงานและประมวลผลของระบบทั้งระบบ ทำจากพลาสติกคุณภาพสูง Fire-retardant Material with UL 94(V-0 Grade)โดย MICROPROCESSOR มี Monitoring Led แสดงการทำงานของเครื่องว่าปกติหรือไม่ ถ้ามีเหตุขัดข้องของระบบ เช่น ในกรณีที่ชุด Patient Station เกิดปัญหาโดยสายไฟที่ต่อกับ CCUหลุด ชำรุด เครื่องจะส่งสัญญาณเสียงเตือนและไฟโชว์ของเตียงที่มีปัญหาให้ทราบที่ตัว Master หรือ เมื่อตัว CCU ชำรุดสายภายในเครื่องหลุดขาด ระบบจะส่งสัญญาณเตือนเช่นกัน พร้อมแสดงสัญญาณแสง TRUNK LINE ที่มีปัญหา (1 Trunk line จะควบคุม 10 เตียง) เพื่อการแก้ไขปัญหาที่สะดวกขึ้น

14.2.3 BEDSIDE SUB STATION and BED SIDE CALL CORD ติดตั้งที่หัวเตียงผู้ป่วย เพื่อกดเรียกและสื่อสารกับพยาบาล ทำจากพลาสติกคุณภาพสูง Fire-retardant Material with UL 94(V-0 Grade) มีสัญญาณไฟโชว์การกดเรียกและสัญญาณการรับรู้การเรียกของพยาบาล หรือ การสนทนา มีแบบเตียงเดี่ยวและเตียงคู่ ตัว BED SIDE CALL SWITCH ทำด้วย PVC ทนแรงกระแทก และ ทนไฟฟ้าสถิตย์ ได้ 25,000 V ตัว BEDSIDE STATION ประกอบด้วย

- SPEAKER and MICROPHONE ใช้ในการสนทนาระหว่างผู้ป่วยกับพยาบาล
- PILOT LAMP สีแดงแสดงการเรียก สีเขียวแสดงการรับทราบการเรียกและสื่อสาร
- CANCEL BUTTON ใช้ยกเลิกสัญญาณการเรียก
- JACK สำหรับเสียบกับ BEDSIDE CALL CORD

14.2.4 INTERCOM STATION ติดตั้งที่ห้องตรวจหรือตำแหน่งที่ต้องการ เพื่อกดเรียกและสื่อสารกับพยาบาล ทำจากพลาสติกคุณภาพสูง Fire-retardant Material with UL 94(V-0 Grade) มีสัญญาณไฟโชว์การกดเรียก และสัญญาณการรับรู้การเรียกของพยาบาล ประกอบด้วย

- SPEAKER and MICROPHONE ใช้ในการสนทนาระหว่างแพทย์กับพยาบาล
- PILOT LAMP สีแดงแสดงการเรียก สีเขียวแสดงการรับทราบการเรียกและสื่อสาร
- CANCEL BUTTON ใช้ยกเลิกสัญญาณการเรียก
- ปุ่มกดเพื่อใช้กดเรียกพยาบาล

14.2.5 BATHROOM PULLCORD ติดตั้งในห้องน้ำพร้อมสายดึง ผลิตจาก Fire-retardant plastic สีขาว มี Led Indicator สีแดง และVertical slide switch พร้อมสายและลูกตุ้มสำหรับดึงเพื่อขอความช่วยเหลือฉุกเฉิน สามารถยกเลิกสัญญาณได้ในตัว และอุปกรณ์จะต้องได้รับมาตรฐานสากล UL 1069 Listed

14.2.6 CORRIDOR LAMP ติดตั้งหน้าห้องผู้ป่วย แสดงการเรียกพยาบาล พร้อมพลาสติกกรองแสงสีขาว มีหลอดไฟ 2 สี สีขาวแสดงการเรียกแบบธรรมดา (Routine Call) สีแดงกระพริบแสดงการเรียกแบบฉุกเฉิน (Urgent Call) สีขาวกระพริบแสดงการเรียกขอความช่วยเหลือฉุกเฉินจากพยาบาล (Cord-Out trouble call)

14.2.7 CORRIDOR LAMP FOR PUBLIC TOILET ติดตั้งหน้าห้องน้ำส่วนกลาง ฝาด้านหน้าทำจากสแตนเลส และฝาด้านหลังทำจาก Fire-retardant plastic มีหลอดไฟ สีแดง 2 หลอด สำหรับแสดงการเรียกขอความช่วยเหลือฉุกเฉินจากห้องน้ำส่วนกลาง

14.2.8 CABLE สายที่ใช้ในระบบเรียกพยาบาล เป็นสาย Twisted Pair with Shield ขนาดไม่ต่ำกว่า 0.65 มม

14.3 การทำงานของระบบเรียกพยาบาล

14.3.1 พยาบาลหรือเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องจะรับทราบสัญญาณการเรียกจากเตียงผู้ป่วยหรือห้องผู้ป่วยได้จาก Nurse Call Master Station ที่ติดตั้งที่เคาน์เตอร์พยาบาล หรือจาก Duty Station ซึ่งอาจติดตั้งที่ห้องพักพยาบาล เมื่อพยาบาลได้รับสัญญาณการกดเรียกจากผู้ป่วย พยาบาลสามารถพูดโต้ตอบกับผู้ป่วยได้ โดยการยกหูโทรศัพท์หรือแบบไม่ยกหูก็ได้ (Press to Talk) พยาบาลสามารถหยุดสัญญาณเสียงเรียกได้โดยการกด TONE OFF ที่ตัว Master Station โดยที่สัญญาณแสงแสดงการกดเรียกยังคงติดค้างอยู่ ในกรณีที่พยาบาลต้องการติดต่อกับผู้ป่วย พยาบาลสามารถติดต่อผู้ป่วยได้โดยกดปุ่ม SELECTOR BUTTON ที่ตัว Master เมื่อมีการกดเรียกโดยผู้ป่วยหรือพยาบาล Bedside Station จะมีสัญญาณเสียงและสัญญาณแสงแสดงสถานะของการเรียก นอกจากนั้นไฟหน้าห้อง Corridor lamp จะติดไม่ว่าจะเป็นการเรียกของผู้ป่วยจากห้องผู้ป่วยแบบใดก็ตาม และจะดับลงเมื่อจบการสื่อสารเรียบร้อยหรือเมื่อพยาบาลได้ทำการยกเลิกระบบที่แผงกดเรียกที่หัวเตียงหรือในห้องน้ำของห้องผู้ป่วย นอกจากนั้นระบบเรียกพยาบาลที่นำเสนอจะต้องสามารถจัดระดับความสำคัญของการเรียกได้ โดยเรียงลำดับความสำคัญจากน้อยไปมากดังนี้

1)เรียกจากเตียงผู้ป่วย

2) เรียกจากห้องน้ำ

3) เรียกโดยการกระตุกสาย Cord

14.3.2 การทำงานของสัญญาณเสียงและแสง

ลักษณะของการกดเรียก	สัญญาณเสียง	สัญญาณแสง
Routine Call (การเรียกจากเตียงผู้ป่วย)		
-สัญญาณแสดงที่ Master Station	สัญญาณเสียงเรียกดังทุกๆ 6 วินาที	สัญญาณไฟกระพริบทุกๆ 2 วินาที
-สัญญาณแสดงที่ Bedside Station	-	สัญญาณไฟ Call ติดเป็นสีแดง
-สัญญาณแสดงที่ Corridor Lamp	-	สัญญาณไฟจะติดค้างเป็นสีขาว
การเรียกจากห้องน้ำ		
-สัญญาณแสดงที่ Master Station	สัญญาณเสียงเรียกดังทุกๆ 2 วินาที	สัญญาณไฟกระพริบทุกๆ 1.8 วินาที
-สัญญาณแสดงที่ชุดกดเรียกในห้องน้ำ	-	สัญญาณไฟจะติดเป็นสีแดง
-สัญญาณแสดงที่ Corridor Lamp	-	สัญญาณไฟจะติดกระพริบเป็นสีแดง
Cord-Out Trouble Call		
-สัญญาณแสดงที่ Master Station	สัญญาณเสียงเรียกดังทุกๆ 0.5 วินาที	สัญญาณไฟกระพริบทุกๆ 0.4 วินาที
-สัญญาณแสดงที่ Bedside Station	-	สัญญาณไฟ Call ติดเป็นสีแดง
-สัญญาณแสดงที่ Corridor Lamp	-	สัญญาณไฟจะติดกระพริบเป็นสีขาว
การตรวจเช็คปัญหาที่ตัว Master เช่นสายที่เดินไปที่ Bedside Station มีปัญหา		
-สัญญาณแสดงที่ Master Station	สัญญาณเสียงเรียกดังถี่เป็นช่วงๆ	สัญญาณไฟติด 0.2 วินาทีทุกๆ 2 วินาที

14.4 **การติดตั้ง**

14.4.1 ต้องเป็นไปตามมาตรฐานและคำแนะนำของผู้ผลิต พร้อมส่งรายละเอียดกับผู้ว่าจ้าง เพื่อขออนุมัติก่อนการติดตั้ง

15. รายการโคมไฟฟ้า

15.1 ข้อกำหนดทั่วไป

15.1.1 รายการในหมวดนี้ อธิบายถึงคุณสมบัติโดยละเอียดของโคมไฟแต่ละชนิด มิติต่างๆที่กำหนดไว้ในรายละเอียดเพื่อเป็นตัวอย่างเท่านั้น มิติที่แน่นอนและรายละเอียดบางอย่างขึ้นอยู่กับยี่ห้อผลิตภัณฑ์ที่เลือกใช้ อย่างไรก็ดีหากผู้ว่าจ้างเห็นว่าจำเป็นต้องมีการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพกับวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนด ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายที่จำเป็นในการนี้ทั้งสิ้น

15.1.2 โคมไฟแต่ละชนิดจะต้องนำตัวอย่างวัสดุมาให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาก่อน และจะถือว่าตัวอย่างวัสดุที่ได้รับอนุมัติแล้วเป็นมาตรฐานสำหรับโคมไฟชนิดนั้นที่จะนำเข้ามาติดตั้งในโครงการ หากมีโคมไฟชุดใดที่ไม่เหมือนกับตัวอย่างวัสดุที่ได้รับอนุมัติ ผู้รับจ้างจะต้องรื้อถอนออก

15.1.3 โคมไฟชนิดฝังฝ้าเพดานทุกชุด ก่อนที่ผู้รับจ้างจะขออนุมัติวัสดุเพื่อสั่งซื้อ ผู้รับจ้างจะต้องสำรวจพื้นที่ว่างภายในฝ้าเพดานก่อนว่าสามารถติดตั้งโคมไฟได้ หากช่องว่างภายในฝ้าเพดานมีไม่เพียงพอ ให้ผู้รับจ้างนำเสนอวิธีแก้ไขเพื่อขออนุมัติผู้รับจ้างก่อนดำเนินการ

15.2 รายละเอียดดวงโคม

15.2.1 ป้ายทางออกฉุกเฉินชนิด Maintain หลอด LED 6 VA

- โครงสร้าง : ตัวโคมเป็น SLIM LINE ตัวฐานกล่องทำจาก ABS,POLYCARBONATE แผ่นป้ายแสดงทำจากแผ่นอะครีลิคทนไฟ พื้นสีเขียว รูปแบบ สัญลักษณ์และตัวอักษรใช้สีขาว ชัดเจนทั้งสองด้าน
- ระบบจ่ายไฟ : 220-240 VAC/50-60 Hz
- แบตเตอรี่ : -
- การติดตั้ง: ยึดติดบนผนังหรือเพดาน
- หลอดไฟ : LED 10 W







15.2.2 โคมไฟฉุกเฉินชนิด Non-Maintain หลอดLED 2x9 W

- โครงสร้าง : ทำจากแผ่นเหล็ก Electro-Galvanized หนา 1 mm. พ่นและเคลือบด้วย Epoxy Powder Coating
- การติดตั้ง : ติดผนัง, ติดลอยหรือฝังฝ้า
- หลอดไฟ : LED 2x9 W
- แรงดันไฟฟ้า : 220VAC
- CRI : >80
- Lifetime : 50,000 Hrs



15.2.3 Remote Lamp ชนิดโคมไฟส่องลง (Down Light) หลอด LED 9 W

- โครงสร้าง : Diecasting Aluminium
- การติดตั้ง : ยึดติดบนฝ้า
- หลอดไฟ : LED 9 W
- แรงดันไฟฟ้า : 220VAC
- CRI : >80
- Lifetime : 50,000 Hrs



15.2.4 โคมไฟฉุกเฉินชนิด Non-Maintain หลอดLED 2x9 W มีแบตเตอรี่ในตัว

- โครงสร้าง : Diecasting Aluminium
- การติดตั้ง : แขวนผนัง
- หลอดไฟ : LED 2x9 W
- แรงดันไฟฟ้า : 220VAC
- CRI : >80
- Lifetime : 50,000 Hrs



15.2.5 CENTRAL BATTERY ชนิด 220 โวลท์ พร้อมแบตเตอรี่สำรองไฟ 2 ชั่วโมง

- โครงสร้าง : ผลิตจากแผ่นเหล็ก Electro-Glavanized หนา 0.90 มม.พ่น และเคลือบด้วยระบบ Epoxy Powder Coated ป้องกันการเกิดสนิม
- สภาวะการทำงาน : สามารถเลือกการทำงานได้ 2 แบบ
  - จ่ายไฟเฉพาะช่วงไฟ AC Line ดับ
  - จ่ายไฟต่อเนื่องตลอดเวลาขณะมีไฟ AC
  - แรงดันเข้าเครื่อง : AC 220V 50 Hz
  - แรงดันออกจากเครื่อง : AC220V 50 Hz
  - ระบบป้องกัน : อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน
  - อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากและฟ้าผ่า
  - ระบบป้องกันไฟตก
  - อุปกรณ์เพิ่มเติม : LED Indicator แสดงสถานะการทำงาของเครื่อง
  - AC Voltmeter แสดงระดับแรงดันไฟฟ้าเข้าและออกจากตัวเครื่อง
  - DC Voltmeter แสดงระดับแรงดันแบตเตอรี่
- แบตเตอรี่ : SEALED LEAD ACID (SLA) มาตรฐาน CE, UL, ISO9001
- การติดตั้ง : ยึดติดบนผนัง หรือทำฐานวางกับพื้น

16. อุปกรณ์มาตรฐาน

16.1 วัตถุประสงค์

รายละเอียดในหมวดนี้ได้แสดงรายชื่อผู้ผลิต วัสดุ อุปกรณ์ที่ได้การยอมรับ ทั้งนี้คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้นๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่ได้กำหนดไว้ และการพิจารณาของผู้ว่าจ้างที่จะอนุมัติหรือไม่ถือเป็นที่สิ้นสุด อย่างไรก็ดีหากผู้ว่าจ้างเห็นว่าจำเป็นต้องมีการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพกับวัสดุและอุปกรณ์ที่กำหนด ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายที่จำเป็นในการนี้ทั้งสิ้น

หมายเหตุ รายการผลิตภัณฑ์ที่จะใช้ในโครงการให้พิจารณาตามลำดับดังนี้ 1-2-3-4 หากไม่ผลิตแล้วหรือมีระยะเวลาในการสั่งเกินจากกำหนด ให้นำเสนอเจ้าเทียบเท่า โดยให้เจ้าของโครงการพิจารณาอนุมัติก่อน

*** ดูที่หมวดที่ 7 ตารางรายการวัสดุ (VENDER LIST)**

หมวดที่ 5 รายการประกอบแบบงานวิศวกรรมสุขาภิบาล ป้องกันอัคคีภัย และก๊าซทางการแพทย์

หมวด ก ข้อกำหนดทั่วไป

1. <u>ขอบเขตของงาน</u>

ผู้รับจ้างต้องจัดหา วัสดุ อุปกรณ์ ตลอดจนเครื่องมือเครื่องใช้ และแรงงานสำหรับการดำเนินการ

ก่อสร้างและติดตั้งเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์สำหรับระบบสุขาภิบาล และดับเพลิงรวมถึงงานที่เกี่ยวข้อง โดยครบถ้วนสมบูรณ์ตามกำหนดในแบบแปลน และรายการประกอบแบบนี้ และทดสอบจนสามารถใช้งานได้สมบูรณ์และถูกต้องตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

ขอบเขตของงานให้รวมถึงรายการดังต่อไปนี้

- ระบบน้ำประปารวมถึง การดำเนินการติดต่อ, ขออนุญาต, และค่าบริการในการขอติดตั้งมาตรวัดน้ำจากการประปานครหลวง, ส่วนภูมิภาค หรือ เทศบาลเมือง
- ระบบระบายน้ำโสโครก น้ำทิ้ง และระบายอากาศ
- ระบบระบายน้ำนอกอาคาร
- ระบบระบายน้ำฝน
- ระบบดับเพลิง
- ระบบน้ำร้อน
- ระบบบำบัดน้ำโสโครกรวมถึงการทดสอบและเดินหรือเริ่มต้นการทำงาน (Start up)

  ระบบฯ จนสามารถใช้งานได้สมบูรณ์ และถูกต้อง
- ระบบไฟฟ้าสำหรับงานสุขาภิบาล
- การติดตั้งเครื่องสุขภัณฑ์ และอุปกรณ์ประกอบ
- การป้องกันการสั่นสะเทือนสำหรับเครื่องสูบน้ำ และอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ
- การสกัด และตกแต่งรวมทั้งงานฝังท่อ หรือท่อปลอกตามจำเป็น
- ระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

  อนึ่ง การติดตามผลและประสานงานกับผู้รับจ้างงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบสุขาภิบาล

  และดับเพลิง ให้เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

2. <u>สถาบันมาตรฐานที่ใช้อ้างถึง</u>

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นมาตรฐานทั่วไปของเครื่องวัสดุ และอุปกรณ์การติดตั้งที่ระบุไว้ใน

แบบแปลนและรายการประกอบแบบนี้ ต้องเป็นไปตามกฎเกณฑ์ข้อกำหนดมาตรฐานที่ใช้อ้างอิง ดังต่อไปนี้

- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)
- การประปานครหลวง (กปน)
- การไฟฟ้านครหลวง (กฟน)
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.)
- American Socitey of Machenical Engineers (ASME)
- American National Standard Institute (ANSI)
- American Society of Testing Materials (ASTM)
- American Society of Plumbing Engineer (ASPE)
- American Society of Sanitary Engineer (ASSE)
- American Water Works Association (AWWA)
- British Standard (BS)
- Factory Mutual System (FM)
- National Fire Protection Association (NFPA)
- National Electrical Code (NEC)
- National Electrical Manufacturers Association (NEMA)
- Underwriter's Laboratories Inc. (UL)
- Water Pollution Control Federation (WPCF)

3. <u>ความรับผิดชอบ</u>

3.1 ผู้รับจ้างต้องสำรวจตรวจสอบสถานที่ก่อสร้างก่อนการติดตั้ง วัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อศึกษาถึงลักษณะและสภาพทั่วไป สิ่งก่อสร้างที่มีอยู่สาธารณูปโภคต่าง ๆ มีความเข้าใจเป็นอย่างดีไม่ว่ากรณีใด ๆ ก็ตามผู้รับจ้างจะถือเป็นข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริง หรือข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นเพื่อประโยชน์ใด ๆ ของตนมิได้

3.2 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบแปลน และรายการประกอบแบบจนเข้าใจถึงเงื่อนไขต่าง ๆ โดยละเอียด เมื่อมีข้อสงสัยหรือพบข้อผิดพลาดให้สอบถามจากผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนผู้รับจ้างต้องตรวจสอบรายละเอียดจากแบบสถาปัตย์ และโครงสร้างพร้อมไปกับแบบระบบทางวิศวกรรมสาขาอื่น ๆ ที่ปรากฏในโครงการนี้ก่อนการติดตั้ง วัสดุ อุปกรณ์เสมอ เพื่อขจัดข้อขัดแย้งระหว่างแบบสถาปัตย์, โครงสร้าง และ

ระบบวิศวกรรมสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องหากปรากฏข้อขัดแย้ง ดังกล่าว ผู้รับจ้างจะถือเป็นข้ออ้าง ถึงการที่ตนไม่ทราบข้อขัดแย้งดังกล่าวเพื่อประโยชน์ใด ๆ ของตนมิได้

3.3 แบบแปลน หรือรายการประกอบแบบที่เขียนไว้สำหรับงานนี้ไม่ได้แสดงรายละเอียดของ

เครื่องมือ อุปกรณ์ทุกชนิด หรือแสดงการติดตั้งทั้งหมดเป็นหน้าที่ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบให้ชัดเจนก่อนที่จะทำการติดตั้งในกรณีที่ต้องให้บริษัทผู้ผลิต หรือจำหน่ายเครื่องมือดังกล่าวมาทำการติดตั้งให้เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างต้องติดต่อประสานงาน เพื่อให้การติดตั้งเครื่องมือ, อุปกรณ์นั้น ๆ เสร็จสมบูรณ์ใช้งานได้ดี วัสดุเครื่องมือ อุปกรณ์ใด ๆ ก็ตามที่ไม่ได้แสดงไว้ในแบบแปลนถ้าจำเป็นที่จะต้องใช้ เพื่อให้งานแล้วเสร็จสมบูรณ์ถูกต้องตามมาตรฐานการออกแบบ หรือให้ระบบสามารถใช้งานได้สมบูรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหามาให้โดยตลอด

3.4 ให้ผู้รับจ้างคาดหมายว่าจะพบการคลาดเคลื่อน การตกหล่น หรือความผิดพลาดอันเนื่องมาจากแบบแปลนหรือรายการประกอบแบบ หากปรากฏว่าแบบแปลนหรือรายการประกอบแบบคลาดเคลื่อนผู้รับจ้างจะต้องเสนอขอรับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนและผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการก่อสร้าง และติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนทันที โดยผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นเองทั้งสิ้น

3.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมและส่งมอบแบบใช้งาน (SHOP DRAWINGS) ให้ผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนเพื่อขออนุมัติในการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ แบบใช้งาน (SHOP DRAWINGS) ในระบบสุขาภิบาลและดับเพลิงจะต้องระบุรายละเอียด และวิธีการติดตั้งการรองรับ และระยะทิศทางเทียบกับงานโครงสร้างต่าง ๆ เพื่อแสดงตำแหน่งที่แน่ชัดของวัสดุ เครื่องมืออุปกรณ์ แบบใช้งาน (SHOP DRAWINGS) จะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนก่อนที่จะทำการติดตั้งงานแต่ละช่วงงาน งานส่วนใดก็ตามที่กระทำไปก่อนได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนให้ถือเป็นการเสี่ยงของผู้รับจ้าง ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนมีสิทธิที่จะเรียกร้องให้ผู้รับจ้างเพิ่มเติมงานบางส่วน และให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลงส่วนที่ได้ติดตั้งไป แล้วให้สอดคล้องกับแบบแปลนที่ได้ทำสัญญากันไว้ โดยที่ค่าใช้จ่ายในส่วนที่เพิ่มขึ้นต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

3.6 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ผู้รับจ้างเป็นผู้ติดต่อประสานงานกับหน่วยงานของรัฐ หรือเอกชนในส่วนที่เกี่ยวข้องกับงาน ติดตั้งระบบสุขาภิบาลและดับเพลิง เพื่อให้สามารถใช้งานได้สมบูรณ์ โดยค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการติดต่อดำเนินงาน ประสานงานรวมถึงค่าธรรมเนียม และค่าดำเนินการที่เรียกเก็บ โดยหน่วยงานของรัฐหรือเอกชน ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น ยกเว้นค่าประกันมิเตอร์

3.7 ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบโดยตรงต่อความเสียหายใด ๆ ที่เกิดขึ้นแก่ทรัพย์สินใกล้เคียง หรือทรัพย์สินจากบุคคลภายนอก หรืออุบัติเหตุที่เกิดแก่บุคคลใดเนื่องจากการดำเนินการก่อสร้างตามสัญญาและจะต้องทำการซ่อมแซม แก้ไขเครื่องมือหรือสิ่งต่าง ๆ ที่อาจเป็นอุปสรรคต่อการทำงานให้เรียบร้อยเพื่อให้งานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

3.8 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและใช้คนงาน หรือช่างฝีมือที่มีความรู้ความสามารถความชำนาญมีฝีมือดี

มาดำเนินงานนั้น ๆ โดยเฉพาะ และจะต้องจัดหามาให้เพียงพอ เพื่อดำเนินการได้ทันเวลาถ้าผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนเห็นว่าลูกจ้างหรือช่างคนใดของผู้รับจ้างไม่เข้าใจงานดี ประพฤติตนไม่เหมาะสม ฝีมือไม่ดี หรือทำงานหยาบสะเพร่า ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนมีอำนาจขอให้เปลี่ยนลูกจ้างหรือช่างคนนั้นได้ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาคนใหม่มาทดแทนโดยเร็ว ส่วนการแก้ไขหรือเวลาที่เสียไปเพราะการนี้ผู้รับจ้างจะถือเป็นข้ออ้างสำหรับเรียกร้องค่าเสียหาย หรือขยายกำหนดเวลาทำการให้แล้วเสร็จออกไปอีกไม่ได้

3.9 ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในระหว่างดำเนินการก่อสร้าง เช่น ประปา ไฟฟ้า และการทดสอบอื่น ๆ

เช่น การทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ขีดความสามารถของเครื่องสูบ เป็นต้น เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องติดต่อ และออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น ทั้งนี้ให้รวมค่าใช้จ่ายอื่น ๆ อันพึงมีต่อผู้ออกแบบหรือตัวแทนของผู้ออกแบบในกรณีซึ่งจำเป็นต้องไปร่วม หรือรับรู้

เป็นพยานด้วย

4. <u>การทดสอบเครื่องและระบบ</u>

4.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำตารางแผนงานแสดงกำหนดการทดสอบเครื่อง และระบบรวมทั้งจัดเตรียมเอกสารแนะนำจากผู้ผลิตในการทดสอบ (OPERATION MANUAL) เสนอผู้ว่าจ้างหรือตัว

แทนก่อนการทดสอบอย่างน้อย 14 วัน

4.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหาทั้งหมด

4.3 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่อง และระบบตามหลักวิชาและข้อกำหนด โดยผู้ว่าจ้าง

หรือตัวแทนและ/หรือสถาปนิกอยู่ร่วมขณะทดสอบด้วย

4.4 รายงานข้อมูลในการทดสอบ (TEST REPORT) ให้ทำเป็นแบบฟอร์มเสนออนุมัติต่อผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนก่อนทำการทดสอบหลังการทดสอบผู้รับจ้างต้องกรอกข้อมูลตามที่ได้จากการทดสอบจริงส่งให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนจำนวน 4 ชุด

4.5 ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เช่น ค่ากระแสไฟฟ้า น้ำประปา แรงงาน ฯลฯ ในระหว่างการทดสอบ

เครื่องและระบบอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

5. <u>การส่งมอบงาน</u>

5.1 ผู้รับจ้างจะต้องเปิดใช้งานเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้เต็ม

ประ สิทธิภาพ หรือพร้อมที่จะใช้งานได้เต็มความสามารถในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงติดต่อกัน ค่าใช้จ่าย เช่น ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

5.2 ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบเครื่องอุปกรณ์และระบบตามที่ผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนจะกำหนดให้ทดสอบจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ และแน่ใจว่าการทำงานของระบบที่ทำการทดสอบถูกต้องตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้างหรือตัวแทน

5.3 รายการสิ่งของต่าง ๆ ที่ผู้รับจ้างต้องส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทน ในวันส่งมอบงานซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจรับมอบงานด้วย คือ.-

ก. แบบสร้างจริง (AS BUILT DRAWING) กระดาษไข จำนวน 1 ชุด

ข. แบบสร้างจริง (AS BUILT DRAWING) พิมพ์เขียว จำนวน 4 ชุด

ค. หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์ จำนวน 4 ชุด

ง. เครื่องมือพิเศษสำหรับใช้ในการปรับแต่ง ซ่อมบำรุง เครื่องจักร อุปกรณ์ ซึ่งโรงงานผู้ผลิตส่งมาให้

จ. อะไหล่ต่าง ๆ ตามกำหนดในหนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษา หรือตามคำแนะนำของโรงงานผู้ผลิต

6. <u>การรับประกัน</u>

6.1 หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพความสามารถของเครื่องอุปกรณ์ และการติดตั้งว่าใช้งานได้ดีเป็นเวลา 365 วัน นับจากวันรับมอบงานแล้ว

6.2 ระหว่างเวลารับประกัน หากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนตรวจพบว่าผู้รับจ้างจัดนำวัสดุอุปกรณ์ที่ไม่ถูกต้องหรือมีคุณภาพต่ำกว่าข้อกำหนดมาติดตั้งตลอดจนงานติดตั้งไม่ถูกต้องหรือไม่เรียบร้อย ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขให้ถูกต้อง

6.3 ในกรณีที่เครื่อง วัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ เกิดชำรุดเสียหายหรือเสื่อมคุณภาพอันเนื่องมาจากข้อผิดพลาดของผู้ผลิต หรือการติดตั้งในระหว่างเวลารับประกันผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยน หรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดีเช่นเดิมโดยมิชักช้า

6.4 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยทันทีที่ได้รับแจ้งจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทน หรือแก้ไขเครื่องอุปกรณ์ตามสัญญารับประกัน มิฉะนั้นผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนสงวนลิขสิทธิ์ที่จะจัดหาผู้อื่นดำเนินการ โดยค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบ

7. <u>การบริการ</u>

7.1 ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมช่างผู้ชำนาญในแต่ละระบบไว้สำหรับตรวจสอบ ซ่อมแซม และบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดีเป็นประจำทุกเดือน เป็นระยะเวลา 1 ปี

7.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงานผลการตรวจสอบเครื่องอุปกรณ์ระบบ และการบำรุงรักษาเสนอผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนภายใน 7 วัน นับจากวันตรวจสอบทุกครั้ง

7.3 ในปีที่ 2 ของการใช้งานผู้รับจ้างต้องจัดส่งช่างผู้ชำนาญงานตรวจสอบเครื่องอุปกรณ์ และระบบต่าง ๆ ทุก ๆ 3 เดือน เป็นระยะเวลา 1 ปี แล้วจัดทำรายงาน ผลการตรวจสอบเสนอผู้ว่าจ้างหรือตัวแทน

หมวด ข เครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์

1. <u>ข้อกำหนดทั่วไป</u>

1.1 เครื่องวัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้ง ต้องเป็นของใหม่ และได้มาตรฐานจากโรงงานที่มีชื่อเสียงและเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป ไม่เคยถูกนำไปใช้งานมาก่อน ผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนมีสิทธิ์ ที่จะไม่รับสิ่งที่เห็นว่ามีคุณสมบัติและคุณภาพไม่ดีพอ หรือไม่เทียบเท่าตามที่อนุมัติให้นำมาใช้ในโครงการ ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนต้องการให้สถาบันที่เชื่อถือได้เป็นผู้ตรวจสอบผู้รับจ้าง ต้องดำเนินการโดยออกค่าใช้จ่ายเองโดยมิชักช้า

1.2 หากมีความจำเป็นอันกระทำให้ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ตามที่ได้แจ้งไว้ในรายละเอียด หรือแสดงตัวอย่างไว้แก่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนหรือตัวแทนหรือสถาปนิก ผู้รับจ้างต้องจัดหาผลิตภัณฑ์อื่นมาทดแทน พร้อมทั้งชี้แจงเปรียบเทียบรายละเอียดต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว เพื่อประกอบการขออนุมัติต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนโดยมิชักช้า

1.3 ความเสียหายที่เกิดขึ้นระหว่างการขนส่ง ติดตั้ง หรือการทดสอบจะต้องดำเนินการซ่อมแซม

หรือเปลี่ยนให้ใหม่ตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทน

2. <u>ตัวอย่างวัสดุและอุปกรณ์</u>

2.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาตัวอย่างวัสดุ และอุปกรณ์ รวมทั้งเอกสารของผู้ผลิตที่แสดงรายละเอียดทางเทคนิคขนาดและรูปรางที่ชัดเจนของวัสดุ และอุปกรณ์แต่ละชิ้นตามที่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนต้องการส่งมอบแก่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทน เพื่อใช้เป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบกับวัสดุอุปกรณ์ที่ติดตั้งจริง ตัวอย่างทุกชิ้นจะส่งคืนให้ผู้รับจ้างก่อนการสิ้นสุดโครงการ

2.2 ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนมีความประสงค์ให้ผู้รับจ้างแสดงวิธีการติดตั้งเพื่อเป็นตัวอย่าง หรือความเหมาะสมแล้วแต่กรณี ผู้รับจ้างต้องแสดงการติดตั้ง ณ สถานที่ติดตั้งจริงตามที่

ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนกำหนด เมื่อวิธีและการติดตั้งนั้น ๆ ได้รับอนุมัติแล้วให้ถือเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติต่อไป

2.3 ผู้รับจ้างต้องจัดส่ง CATALOG หรือเอกสารของผู้ผลิตที่แสดงรายละเอียดทางเทคนิค ขนาด

และรูปรางที่ชัดเจนของวัสดุ-อุปกรณ์ เพื่อให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนตรวจสอบอนุมัติก่อนที่จะสั่งซื้อวัสดุอุปกรณ์ดังกล่าว ผู้รับจ้างจะต้องไม่จัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ หรือติดตั้งก่อนที่ผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนได้ทำการตรวจสอบอนุมัติเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องได้รับการอนุมัติ คือ

- ท่อและอุปกรณ์ข้อต่อ (PIPE & FITTING)
- อุปกรณ์ระบายน้ำ เช่น ระบายน้ำพื้น ระบายน้ำฝน ช่องทำความสะอาด ฯลฯ
- ประตูน้ำ, VACUUM BREAKER, WATER HAMMER ARRESTOR และอุปกรณ์

ประกอบท่อต่าง ๆ

- เครื่องมือกลและชุดควบคุมทั้งหมด เช่น เครื่องสูบน้ำ เครื่องกรองน้ำ
- เครื่องเติมอากาศ อุปกรณ์ตั้งระดับน้ำ ฯลฯ

3. <u>การแก้ไข เปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุและอุปกรณ์</u>

3.1 การเปลี่ยนแปลงแบบ รายการวัสดุและอุปกรณ์ที่ผิดไปจากข้อกำหนด และเงื่อนไขตามสัญญา ด้วยความจำเป็นหรือความเหมาะสมก็ดี ผู้รับจ้างต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อผู้ว่าจ้างหรือ ตัวแทนเพื่อขออนุมัติเป็นเวลาอย่างน้อย 30 วันก่อนดำเนินการจัดซื้อ

3.2 ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ของผู้รับจ้าง มีคุณสมบัติอันเป็นเหตุให้อุปกรณ์ตามรายการที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้เกิดความไม่เหมาะสม หรือไม่ทำงานโดยถูกต้องผู้รับจ้างต้องไม่เพิกเฉยละเลยที่จะแจ้งขอความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนเปลี่ยนแปลงให้ถูกต้องตามความประสงค์ โดยชี้แจงแสดงเหตุผลและหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิต

3.3 ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในกรณีดังกล่าวข้างต้น ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้น

4. <u>วัสดุ ท่อ และข้อต่อ</u>

4.1 ท่อน้ำประปา ให้ใช้ท่อ PP-R SDR 11 (PN-10) ต่อแบบเชื่อมด้วยความร้อนหรือต่อแบบหน้าแปลน อุปกรณ์ข้อต่อ หรือหน้าแปลนตามมาตรฐานผู้ผลิต ต้องทนแรงดันใช้งานไม่น้อยกว่า 200 ปอนด์/ตร.นิ้ว ท่อประปาที่ฝังดินให้ใช้ท่อ PB หรือ PE ต่อด้วยวิธีการเชื่อมหรือข้อต่อชนิด STUBEND ห้ามต่อด้วยเกลียวโดยเด็ดขาด

4.2 ท่อน้ำโสโครก, ท่อน้ำทิ้ง, ท่อน้ำทิ้งจากห้องครัว และท่อน้ำทิ้งจากห้องซักล้างให้ใช้ท่อพีวีซีสีฟ้าตามมาตรฐาน มอก.17-2532 ประเภท 8.5 อุปกรณ์ข้อต่อตามมาตรฐาน มอก.1131-2535 หากเป็นท่อต้องฝังดินให้ใช้ความหนาประเภท 13.5

4.3 ท่อระบายอากาศ และท่อระบายน้ำส่วนฝังกำแพง ให้ใช้ท่อพีวีซีสีฟ้าตามมาตรฐาน มอก.17-2532 ประเภท 8.5 อุปกรณ์ข้อต่อตามมาตรฐาน มอก.1131-2535

4.4 ท่อน้ำฝนนอกอาคารเหนือดินและฝังเสา ให้ใช้ท่อพีวีซีสีฟ้าตามมาตรฐาน มอก.17-2532 ประเภท 8.5 อุปกรณ์ข้อต่อตามมาตรฐาน มอก.1131-2535 ท่อที่ฝังดิน และในอาคาร ให้ใช้ท่อพีวีซีสีฟ้าตามมาตรฐาน มอก. 17-2532 ประเภท 13.5 อุปกรณ์ข้อต่อ ตามมาตรฐาน 1131-2535

4.5 ท่อระบายน้ำรอบอาคาร ให้ใช้เป็นท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก ตามมาตรฐาน มอก. 128 - 2518 ชั้นที่ 2

4.6 ท่อน้ำร้อน ให้ใช้ท่อทองแดง ชนิด HARD DRAWN ตามมาตรฐาน ASTM B 88 TYPE L ท่อส่วนที่ไม่ฝังผนังให้หุ้มด้วยฉนวนกันความร้อนแบบ CLOSE CELL INSULATION ที่ใช้สำหรับท่อน้ำร้อน ความหนา 3/4" ของ AEROFLEX หรือเทียบเท่าขนาดท่อที่บอกในแบบเป็นขนาด NORMINAL DAIMETER (ND)

4.7 ท่อน้ำดื่ม ให้ใช้ท่อ Stainless Steel 304 ชั้น 10 S ASTM A 312

4.8 ท่อที่ต่อกับ SUBMERSIBLE PUMP ส่วนที่อยู่ในน้ำ และเดินลอยในอาคารให้ใช้ท่อ พีวีซี สีฟ้าตามมาตรฐาน มอก. 17-2523 ประเภท 13.5 อุปกรณ์ข้อต่อตามมาตรฐาน 94-2517 ส่วนท่อที่ฝังดินให้ใช้ท่อ HDPE PN-6 ตามมาตรฐาน มอก.

5. วาล์วและอุปกรณ์ประกอบ (VALVE AND ACCESSORIES)

5.1 GATE VALVE

SYSTEM		COLD & HOT WATER	FIRE PROTECTION (UL/FM)
CLASS		ANSI 125	
WORKING PRESSURE (PSI)		200 WOG	175 WWP 175 WWP
LIQUID		WATER AT 30° C	WATER AT 30° C
SIZE (INCH)		1/2 - 2 2 1/2-OVER	1/2 - 2 2 1/2-OVER
CONSTRUCTION	BONNET	SCREWED-IN BOLTED	SCREWED BOLTED
	STEM	NON-RISING OS & Y	OS & Y OS & Y
	CONNECTION	THREADED FLANGED (BS-21)	THREADED FLANGED
	DISC	SOLID SOLID	SOLID SOLID
MATERIAL (ASTM)	BONNET	BRONZE CI (B-62) (A126 CL.B)	BRONZE CI (B-62) (A126 CL.B)
	BODY	BRONZE CI (B-62) (A126 CL.B)	BRONZE CI (B-62) (A126 CL.B)
	DISC	BRONZE CI (B-62) (A126 CL.B)	BRONZE CI (B-62) (A126 CL.B)

5.2 CHECK VALVE

SYSTEM		COLD WATER		FIRE PROTECTION SYSTEM	
TYPE		BRONZE SWING Y-PATTERN	SILENT	SWING	SILENT
CLASS		ANSI 125	125	-	-
WORKING PRESSURE (PSI)		200 WOG	200 WWP	175 WWP (UL/FM)	250 WWP (UL/FM)
LIQUID		WATER AT 30° C	WATER AT 30° C	WATER AT 30° C	WATER AT 30 C
SIZE		1/2" - 2"	2 1/2"-OVER	2 1/2"-OVER	4" -OVER
CONSTRUC-TION	DESCRIPTION				
	DISC	SINGLE PLATE	DUAL PLATES	SINGLE PLATE	DUAL PLATES
	SPRING	-	HIGH TORQUE	-	HIGH TORQUE
	BODY	SCREWED END	WAFER	FLANGED ENDS	WAFER
	SEAL	-	RESILIENT, ZERO LEAKAGE	-	RESILIENT, ZERO LEAKAGE
	BONNET OR CAP		-	BOLTED	
	DESCRIPTION				

	DISC	BRONZE	ALUMINIUM BRONZE	CI A.126 CL.B OR CAST BRONZE	ALUMINIUM BRONZE
	SPRING	-	STAINLESS 316	-	STAINLESS 316
MATERIAL	BODY	BRONZE	CI. A216 CL. B	CI A.126 CL. B	CI. A216 CL. B
(ASTM)	SEAL	-	BUNA-N	-	BUNA-N
	BONNET OR CAP	BRONZE	-	CI A.126 CL. B	-

NOTE : 1) THE WAFER CHECK VALVE AND BUTTERFLY VALVE WHEN MOUNTED IN SERIES REQUIRE THAT A SPOOL PIECE BE BOLTED BETWEEN THE TWO VALVES. THIS ALLOW SPACE FOR THE TWO VALVE'S DISC TO OPERATE FREELY, WITHOUT INTER FERENCE FROM ANOTHER.

2) THE WAFER CHECK VALVE SHOULD BE 4 TIMES PIPE DIAMETER AWAY FROM ELBOW, REDUCER OR ANY FITTINGS,

3) THE PIPING BETWEEN THE CHECK VALVE AND FIRE DEPARTMENT CONNECTION SHALL BE EQUIPPED WITH AN APPROVED AUTOMATIC BALL DRIP

5.3 BUTTERFLY VALVE

SYSTEM		COLD WATER	FIRE PROTECTION (UL/FM)
WORKING PRESSURE (PSI)		150	175 WWP
LEAK-TIGHTNESS TEST (PSI)		165	-
STYLE		LUG OR MEDIAN RIB	LUG OR MEDIAN RIB
CONSTRUCTION	BODY	SINGLE CASTING	SINGLE CASTING
	STEM	ONE PIECE	ONE PIECE
	DISC	ONE PIECE	ONE PIECE
	INNER LINING	REMOVABLE, FLEXIBLE	REMOVABLE, FLEXIBLE
	INDICATOR FLAG	-	FLAG
MATERIAL (ASTM)	BODY	CAST IRON	DUCTILE IRON
	STEM	13% Cr STEEL OR STAINLESS STEEL	STAINLESS STEEL
	DISC	Cu-AL OR AL. BRONZE	DUCTILE IRON, NICKLE PLATED
	INNER LINING	EPDM	EPDM OR BUNA-N
	INDICATOR FLAG	-	ALUMINIUM
ACTUATOR	SIZE 4 INCH AND UNDER	1/4 TURN, LOCKING IN 9 POSITION	1/4 - TURN
	SIZE 6” INCH AND OVER	GEAR OPERATED, MANUAL, WITH POSITION INDICATOR	GEAR OPERATED, MANUAL, WITH POSITION INDICATOR

5.4 STRAINER

SIZE		1/2" - 2"	2 1/2" - OVER
CLASS		150	125
WORKING PRESSURE (PSI)		300	200
PATTERN		Y	Y
PUNCHED HOLE OF SCREEN (mm)		1.4 Dia.	-
CONNECTION		THREADED	FLANGED
MATERIAL	BODY	BRONZE	CI. A126 CL. B
	SCREEN	STAINLESS 304	STAINLESS 304

NOTE : FOR FIRE PROTECTION SYSTEM SHALL BE CONFORM TO THE EDITION OF NFPA 20

5.5 BALL VALVE

SYSTEM		**COLD & HOT WATER**	**FIRE PROTECTION**
WORKING PRESSURE (PSI)		400 WOG	400 WWP (UL)
CONNECTION		THREADED	THREADED
SIZE (INCH)		1/2 - 2	1/2 - 2
MATERIAL	BODY	BRASS OR BRONZE	BRASS OR BRONZE
	BALL	BRASS OR BRONZE	BRASS OR BRONZE
	SEAT	PTFE/OR TFE	REINFORCED TEFLON OR TFE

5.6 FOOT VALVE

WORKING PRESSURED		150 PSI
DISC CLOSED BY		SPRING
LIQUID		WATER AT 30 C
CONNECTION		FLANGED OR THREADED
MATERIAL	BODY	CI A.126 CL. B
	GUIDE	CI A.126 CL. B
	SPRING	AISI 302
	SEAL	NBR RUBBER
	DISC	CI A.126 CL. B
	STRAINER	GALVANIZED STEEL OR P.E.

NOTE : FOR FIRE PROTECTION SYSTEM SHALL BE CONFORM TO THE LATEST EDITION OF NFPA 20

5.7 PRESSURE REDUCING VALVE

CLASS		ANSI 125	
WORKING PRESSURE (PSI)		175	
CONTROL		STEADY DOWN STREAM INDEPENDENT FROM INLET PRESSURE AND FLOWRATE	
LIQUID		WATER AT 30 C	
CONNECTION		FLANGED	
PATTERN		GLOBE	
	DESCRIPTION	CONSTRUCTION	MATERIAL
MAIN VALVE	BODY	GLOBE	CI A.126 CL. B OR A 48
	BONNET	BOLTED	CI A.126 CL. B OR A 48
	DIAPHRAGM	ONE PIECE	BUNA N
	SPRING	-	STAINLESS STEEL
	VALVE SEAT	-	BUNA N
	TRIM	-	STAINLESS STEEL

NOTE : THE VALVE SHALL BE A CONSTANT DOWNSTREAM PRESSURE REGARDLESS OF VARYING INLET PRESSURE OR FLOW RATE DEMAND. IT SHALL BE A HYDRAULICALLY OPERATED, PILOT CONTROLLED DIAPHRAGM TYPE. THE MAIN VALVE SHALL HAVE GUIDED AT BOTH ENDS, REMOVABLE SEAT AND RESILIENT DISC.

5.8 FLOAT VALVE

TYPE		NON MODULATING, REMOTE CONTROL	
CLASS		125	
WORKING PRESSURE (PSI)		175	
CONTROL TYPE		FLOAT UP CLOSES VALVE	
LIQUID		WATER AT 30 C	
CONNECTION		THREADED OR FLANGED	
	DESCRIPTION	CONSTRUCTION	MATERIAL
MAIN BODY	BODY	GLOBE	CI. A126 CL.B OR A48
	BONNET	BOLTED	CI. A126 CL.B OR A48
	DIAPHRAGM	ONE PIECE	BUNA N
	VALVE SEAT	DRIP TIGHT	BUNA N
	TRIM		BRASS OR BRONZE
CONTROL	FLOAT	ADJUSTABLE	PLASTIC OR COPPER

NOTE : THE VALVE SHALL BE PILOT CONTROLLED, DIAPHRAGM ACTUATED, SINGLE SEATED, HYDRAULICALLY OPERATED WITH RESILIENT DISC. THE VALVE CAN BE OPERATED, IF LINE PRESSURE DOWN TO 10 PSI.

5.9 PRESSURE RELIEF VALVE

CLASS	**ANSI 125 (UL & FM)**
TYPE	SPRING LOADED OR PILOT OPERATED DIAPHRAGM
PATTERN	ANGLE OR GLOBE
SIZE	Dia. 3” FOR FP AND Dia. 3/4” FOR JP
CAPACITY	500 GPM FOR Dia. 3” AND 10 GPM FOR SIZE Dia. 3/4”
MATERIALS	SAME AS PRV (FOR PILOT OPERATED DIAPHRAGM TYPE) AND CI A.126 CL. B BODY FOR SPRING LOADED TYPE

5.10 FLOW SWITCH

ABBREWIATION		FS (UL/FM)
WORKING PRESSURE (PSI)		300
LIQUID		WATER
MIN. FLOW TO BE OPERATED		10
SWITCH		TWO-SINGLE POLE DOUBLE THROW
WATER FLOW DETECTOR		VANE TYPE
MATERIAL	VANE	CORROSION RESISTANT PLASTIC
	BODY, BASE	CAST ALUMINUM
	COVER	CAST ALUMINUM

5.11 วาล์วสำหรับงานน้ำเสีย

5.11.1 ในกรณีสำหรับวาล์วปิดเปิด ขนาด 4 นิ้ว ขึ้นไป ให้เป็น BUTTERFLY VALVE ทั้งหมด, ดู 5.3

5.11.2 สำหรับ CHECK VALE ให้เป็นแบบ SWING ดู 5.2 สำหรับขนาด DIA 1/2"-2" และขนาด DIA 3" และใหญ่กว่าเป็นชนิด CAST OR DUCTILE IRON BODY FLANGE END.

5.12 วาล์วระบายอากาศอัตโนมัติ (AIR RELEASE VALVE)`

- ให้เป็นเหล็กไร้สนิมแบบ SS TRIM กัน ELECTROLYTIC ACTION ไม่มีส่วน RESTRICTIVE AREA ตัวลูกลอยเป็นเหล็กไร้สนิม, ตัวเรือน และฝา เป็นเหล็กหล่อ ตัว SEAT เป็นวัสดุสังเคราะห์ สามารถปิดน้ำได้สนิทแน่นตลอดเวลา ไม่มีการรั่วซึมแม้กระทั่งเมื่อมีความดันในเส้นท่อต่ำชนิด 150 PSI สำหรับขนาด 2" INLET สามารถไล่ลมได้ไม่ต่ำกว่า 13 CFS ของอากาศที่ความดันในท่อ = 5 PSI
- เป็นของ VAL-MATIC หรืออนุมัติเทียบเท่า

5.13 วาล์ว ANGLE VALVE

ขนาด DIA. 1 1/2" ให้เป็น ANGLE VALVE ธรรมดา FLANGED OR

SCREWED, BRASS, UL LISTED, 300 PSI TEST PRESSUR

5.14 LANDING VALVE (UL LISTED)

ขนาด DIA. 2 1/2" นิ้ว ความดันทดสอบชั้น 300 ปอนด์/ตร.นิ้ว ทองเหลืองของ HART, ANGUS, หรืออนุมัติแล้วเทียบเท่า

6. <u>ข้อต่อยืดหยุ่น (FLEXIBLE JOINT)</u>

- ใช้ติดตั้งท่อทางดูด และส่งของเครื่องสูบน้ำ
- เป็นแบบ ANNULAR CORRUGATION CLOSE PITCH ทำจากวัสดุเหล็กไร้สนิม 304, 321 และ/หรือ 316L
- ทนแรงอัดระเบิดที่ SINGLE WIRE BRAID ไม่ต่ำกว่าดังนี้ ขนาด มม. 10 15 20 25 32 40 45 65 80 100 125 150 200 250 300 ksc 350 280 200 170 160 120 120 90 65 55 45 38 35 27 22
- SAFETY FACTOR ไม่ต่ำกว่า 4:1
- ทนอุณหภูมิได้ในช่วงไม่ต่ำกว่า -20 ถึง 150 องศาเซลเซียส
- ความยาวไม่ต่ำกว่า 3 เท่าของขนาดท่อที่ต่อ
- FLANGED หรือ SCREWED
- สามารถใช้งานเป็น EXPANSION JOINT ได้ในกรณีนี้ให้มี TIE ROD ยึดประกอบด้วย
- ของ HYSPAN, METRAFLEX, TI FLEXIBLE, MASON หรืออนุมัติแล้วเทียบเท่า

7. <u>ข้อต่ออ่อนยางสงเคราะห์ (RUBBER FLEXIBLE J0INT)</u>

- ใช้สำหรับระบบระบาย
- เป็นชนิด TWIN SPHERE
- ทำด้วย NEOPRENE และ MULTIPLE PLYS OR NYLON TIRE CORE FABRIC
- ขนาดตั้งแต่ DIA. 1 1/2" ลงมาให้เป็นแบบเกลียว
- ขนาดตั้งแต่ DIA. 2" ขึ้นไปให้เป็นแบบหน้าจาน
- สามารถใช้งานได้ที่ความดัน 150 psi
- ของ MASON, METRAFLEX, TI FLEX หรืออนุมัติแล้วเทียบเท่า

8. <u>ตู้อุปกรณ์ดับเพลิง (FIRE HOSE CABINET, FHC)</u>

8.1 สายส่งฉีดน้ำ (FIRE HOSE REEL, SWING TYPE) เป็นสายยางผลิตเป็นไปตามมาตรฐาน BS 5274 ขนาดไม่ต่ำกว่า 1 นิ้ว ยาว 100 ฟุต (30 เมตร) เสริมให้แข็งแรงด้วยโครงสร้างเส้นใยดัดทำให้ไม่หักงอทนความดันทดสอบไม่ต่ำกว่า 300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ มีดังนี้คือ

- หัวฉีด JET/SPRAY/SHUT-OFF NOZZLE
- วาล์วควบคุมแบบอัตโนมัติ ทำจากโลหะผสมที่แข็งแรงเมื่อดึงสายจากขดม้วนสายน้ำจะ ไหลมายังหัวฉีดโดยอัตโนมัติ
- ขดม้วนสายทำจากแผ่นเหล็กขึ้นรูป พ่นสีแดง เช่นเดียวกับตู้เก็บสายส่งน้ำดับเพลิง ที่กลางขดทำด้วยโลหะไม่เป็นสนิม มีโบลท์ยึดกับผนังพร้อม

8.2 LANDING VALVE ขนาด DIA. 2 1/2" ดู 5.13

8.3 ขวานผจญเพลิงขนาด 6 ปอนด์ 1 เล่ม

8.4 ถุงมือทนความร้อน ทำด้วย CHROME LEATHER PALM THUMB AND FOREFINGER, LEATHER FINGER TIPS, VEIN PATCH AND KNUCKLE PROTECTORS, ELASTICATED WRIST, COTTON LINED STRIPED COTTON BACK, WITH WATERPROOP 2" Cuff ขนาด 10"

8.5 เครื่องดังเพลิงชนิดมือถือ (ดู 9)

8.6 สายส่งฉีดน้ำ (FIRE HOSE) ชนิดเส้นใยโพลีเอสเตอร์ สวมอยู่บนท่อยางสังเคราะห์ ขนาด ϕ 2 1/2" ยาว 30 เมตร ทนแรงดันใช้งาน 300 ปอนด์/ตร.นิ้ว พร้อมข้อต่อสวมเร็ว และหัวฉีดขนาด ϕ 2 1/2" ม้วนเก็บไว้ในตู้ ; UL & FM APPROVED

8.7 FIRE ESCAPE SMOKE HOOD ตามมาตรฐาน EN 403 : 1993

9. <u>เครื่องดับเพลิงชนิดมือถือ</u>

9.1 เครื่องดับเพลิงชนิดถังผงเคมี

เป็นเครื่องดับเพลิงชนิดอัดความดันไว้ ภายในบรรจุก๊าซไนโตรเจน มีสายฉีดพ่นผงสารเคมีติดอยู่ในตัว สามารถหยุดการฉีดพ่นได้ตลอดเวลา ใช้ได้กับไฟ CLASS A, B, C รวมถึงของเหลวและก๊าซไวไฟและไฟฟ้าทุกระดับ (โวลท์) มีเกจ์วัดความดัน ประกันไม่น้อยกว่า 2 ปี นับจากวันมอบงานงวดสุดท้าย มีรายละเอียดดังนี้

1. ขนาด 10 lbs.
2. น้ำหนักทั้งหมด ไม่เกิน 20 lbs.
3. ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ ทั้งขณะใช้งานและภายหลังการใช้งาน
4. มีความสามารถในการดับเพลิงในชั้น 6A 20B ตามมาตรฐาน มอก. 322-2537

9.2 ถังดับเพลิง

ชนิดบรรจุก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ขนาด 10 BE สำหรับห้องเครื่องไฟฟ้าและห้องปฏิบัติ LAB ต่างๆ

10. <u>ROOF MANIFOLD</u>

แบบเหล็กหล่อ ท่อขนาด 6 นิ้ว หัวส่งสองหัวขนาด 2 1/2" ปิด/เปิดด้วย 2 DIA 2 1/2 นิ้ว NON-

RISING STEM HOSE GATE VALVE (CAST BRASS, UL) พร้อมข้อต่อสวมเร็ว สามารถปิดได้แน่นสนิท ทำด้วยทองเหลือง มีโซ่คล้องพร้อมทา INORGANIC ZINC PRIMER และทาสีกันสนิม 2 ชั้น (คนละสี) และจึงทาสีแดงทับ ทนแรงดันใช้งานได้ 175 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ส่งแบบและข้อ มูล เพื่ออนุมัติของ SIERRA, POTTER-ROMER หรืออนุมัติแล้วเทียบเท่า

11. <u>FIRE HYDRANT</u>

แบบเหล็กหล่อ ท่อขนาด 4 นิ้ว หัวส่งสองหัวขนาด 2 1/2 นิ้ว พร้อมข้อต่อสรวมเร็วสามารถปิดได้แน่นสนิท ทำด้วยทองเหลือง มีโซ่คล้องพร้อม มีวาล์วกันกลับในตัว ทา INORGANIC ZINC PRIMER และทากันสนิม 2 ชั้น (คนละสี) แล้วจึงทาสีแดงทับทนแรงดันใช้งานได้ 175 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

<u>ให้เป็นชนิดฝังผนัง</u> ยกเว้นระบุเป็นอย่างอื่นในแบบ หรือติดตั้งในลักษณะฝังผนังไม่ได้หรือติดตั้งแล้วก่อให้เกิดความเสียหาย ทางสถาปัตยกรรม ส่งแบบและข้อมูลอื่นเพื่ออนุมัติ

12. <u>FIRE DEPARTMENT CONNECTION</u>

- UL LISTED, 175 PSI WORKING PRESSURE CLASS
- 2 1/2" x 2 1/2" x 2 1/2" x 6"
- POLISHED CHROME PLATED, INDIVIDUAL DROP CLAPPER VALVES, PLUGS,

  CHAINS, ต่อเข้ากับสายฉีดของกองตำรวจดับเพลิงประเทศไทยได้สะดวกและรวดเร็ว <u>ให้เป็นชนิดฝังเรียบเสมอผนัง</u> ยกเว้นแสดงเป็นอย่างอื่น ในรูปแบบหรือ ติดตั้งแล้วก่อให้เกิดความเสียหายทางสถาปัตยกรรม
- ของ POTTER-ROMER, Powhatan หรืออนุมัติแล้วเทียบเท่า

13. <u>สวิทช์ความดันสำหรับระบบดับเพลิง</u>

1. ใช้กับระบบดับเพลิง
2. UL LISTED และ FM APPROVED
3. PRESSURE RATING ไม่น้อยกว่า 2,758 KPA
4. ปรับความดันได้ (ADIUSTABLE RANGE) ในช่วงไม่น้อยกว่า 5-15 PSI หรือ 34-103 KPA
5. ACTUATION VALVE (DIFFERENTIAL) 0.2-2 PSI
6. ตัวสวิทช์เป็นแบบ SINGLE POLE DOUBLE THROW SNAP-ACTION
7. ตัวเรือนเป็นแบบโลหะ กันน้ำได้สนิท
8. RATED ไว้ที่ 12 VDC - 6.5 amps หรือ 24 VDC - 1.5 amps หรือ 250 VDC - 0.25 amp

   หรือ 250 VAC - 10.00 amps
9. รับประกันอย่างน้อย 1 ปี

14. <u>เกจ์วัดความดัน</u>

เป็นแบบเหล็กไร้สนิม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 3 1/2" พร้อม DOUBLE STRENGTH

GLASSS WINDOW ตัวเลขสีดำ และแดงบนหน้าปัทม์ สีขาวอ่านได้ง่ายและชัดเจนมีสเกลทั้ง ปอนด์/ตารางนิ้ว และบาร์ช่วงสเกลเป็น 0-300 PSI หรือ 0-20 BAR ความแม่นยำให้มีความคลาด เคลื่อน +/- 1% ติดตั้งพร้อม AIR COCK, COIL SYPHON และ PRESSURE SNUBBER, 1/4 " CLOSE NIPPLE ของ GRUNAU, MOON หรืออนุมัติแล้วเทียบเท่า

15. <u>มาตรวัดน้ำ</u>

- วัดปริมาณน้ำใช้ได้อย่างละเอียดและแม่นยำ
- เป็นแบบ TURBINE METER หรือ ROTARY PISTON
- ใช้วัสดุทนการกัดกร่อน และสึกหรอได้อย่างมีอายุการใช้งานยืนนานทนการกระแทกได้อย่างสมบูรณ์
- ให้ข้อมูลสำหรับการอ่านเป็นตัวเลขส่วนนี้แยกออกจากน้ำโดยเด็ดขาดไม่มีไอน้ำ COND NSATE ปรากฏบนหน้าปัทม์ได้เลย
- มีความสูญเสียหัวน้ำต่ำ (ไม่เกิน 10 เมตร ที่การใช้งานสูงสุด)
- มี BALANCE TUBE เพื่อเป็นตัวสะเทินกำธรที่อาจจะเกิดขึ้น
- สามารถใช้งานในขณะติดตั้งในแนวดิ่ง หรือเอียงได้ (สำหรับกรณีที่จำเป็นต้องติดตั้งเช่นนั้น อันอาจมีสาเหตุมาจากอุปสรรค์ด้านเนื้อที่การติดตั้ง)
- สมรรถนะเป็นไปตามมาตรฐาน AWWA C 701-70
- ASAHI, KENT, หรืออนุมัติเทียบเท่า

16. <u>เครื่องทำน้ำร้อน</u>

เป็นชนิดระบบน้ำผ่านร้อนทันที มีความสามารถในการจ่ายน้ำร้อนสำหรับฝักบัว ขนาด 6 KW., 220 V. เป็นผลิตภัณฑ์ของ NATIONAL STIEBEL ELTRON หรืออนุมัติเทียบเท่า

17. <u>เครื่องสูบน้ำ</u>

17.1 <u>ข้อกำหนดและลักษณะโครงสร้างโดยทั่วไป</u>

ก. เครื่องสูบน้ำดีทั้งหมดจะต้องผลิตมาจากโรงงานผู้ผลิตเดียวกัน

ข. รายละเอียดเกี่ยวกับชนิดของเครื่องสูบน้ำที่ต้องการใช้, จำนวน, สมรรถนะความเร็วรอบ การต่อเพลา (COUPLING), CASING WORKING PRESSURE จะต้องเป็นไปดูตามที่ระบุในแบบ

ค. เรือนเครื่องสูบน้ำ (CASING) ต้องสามารถทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของแรงดัน

ใช้งานปกติจริง (ACTUAL WORKING PRESSURE) โดยใช้ตัวเลขมากกว่าเป็นเกณฑ์ หากใช้ข้อต่อหน้าแปลน ข้อต่อหน้าแปลน (FLANGED CONNECTION) ทั้งทางด้านดูดและด้านส่งจะต้องทนแรงดันได้ เช่นเดียวกับตัวเรือนเครื่องสูบน้ำ

ง. ใบพัด (IMPELLER) ต้องเป็นโลหะชิ้นเดียวทำด้วย CAST BRONZE หรือเทียบเท่าได้รับการถ่วงทั้งทางด้าน DYNAMIC และ STATIC มาจากโรงงานผู้ผลิตใบพัดจะต้องไม่เสียหายเนื่องจากใบพัดหมุนกลับทาง

จ. CASING WEARING RING ต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน ทำด้วย BRONZE, CHROMED IRON หรือ NICKEL IRON สามารถถอดเปลี่ยนได้โดยสะดวก

ฉ. เพลา (SHAFT) ทำด้วย STAINLESS STEEL พร้อมด้วย SLEEVE ทำด้วย BRONZE, CHROMED IRON หรือ NICKEL IRON สอดผ่าน STUFFING BOX

ช. ปลอกหุ้มเพลา (SHAFT) ทำด้วย STAINLESSSTEEL พร้อมด้วย SLEEVE ทำด้วย BRONZE, CHROMEDIRON หรือ NICKELIRON สอดผ่าน STUFFING BOX

ซ. BEARING ต้องเป็นชนิด HEAVY DUTY BALL BEARING เป็น DUST SEAL ในตัวสามารถถอดออกซ่อมได้โดยง่าย ออกแบบให้ใช้งานได้ตามที่กำหนดได้ไม่ต่ำกว่า 100,000 ช.ม.

ฌ. SEAL เป็นชนิด PACKING SEAL ที่เลือกใช้จะต้องเป็นไปตามข้อแนะนำของผู้ผลิตที่ขนาดของเพลา, ความเร็วรอบของเพลา, ความดัน และอุณหภูมิใช้งานตามที่กำหนดเครื่องสูบน้ำทุกเครื่องจะต้องออกแบบให้สามารถเปลี่ยนซีลได้โดยง่าย และรวดเร็ว

ญ. จุดสูงสุดของเรือนเครื่องสูบน้ำ ถ้าจำเป็นจะต้องมี AIR VENT COCK และจุดต่ำสุดของ

เครื่องเรือนเครื่องสูบน้ำ ถ้าจำเป็นจะต้องมี DRAIN COCK

ฑ. เครื่องสูบน้ำทุกเครื่องจะต้องมีท่อระบายน้ำต่อจากที่รองรับซีลรูระบายน้ำทิ้งจากเครื่องสูบน้ำไปยังรางระบายน้ำ

ฏ. เครื่องสูบน้ำที่ใช้จะต้องเป็นรุ่นที่ออกแบบมาให้การบำรุงรักษาทำได้โดยสะดวก และใช้เวลาในการถอดซ่อมน้อย

ฐ. เครื่องสูบน้ำที่ใช้จะต้องจำหน่ายโดยตัวแทนจำหน่ายที่มีชื่อเสียง และมีบริการทางด้านอะไหล่เป็นอย่างดี

ฑ. เครื่องสูบน้ำพร้อมมอเตอร์จะต้องติดตั้งบนฐานเหล็กหล่อ หรือฐานที่ทำจากเหล็กโครงสร้าง (STRUCTURAL STEEL) ตามมาตรฐานของผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำ

ฒ. เครื่องสูบน้ำทั้งชุด จะต้องติดตั้งบนแท่นคอนกรีตที่เหมาะสมโดยมีอุปกรณ์ลดการสั่นสะเทือนไปยังอาคารที่มีประสิทธิภาพสูงรองรับ

ฌ. เครื่องสูบน้ำที่ต่อกับมอเตอร์ด้วย COUPLING จะต้องใช้ COUPLING ชนิด FLEXIBLE เครื่องสูบน้ำที่มีความเร็วรอบไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาที ให้ใช้ STEEL PIN AND BUSING COUPLING ได้แต่เครื่องสูบน้ำที่มีความเร็วรอบสูงกว่านี้ให้ใช้เป็น URE THANE FLEXIBLE COUPLING มีค่า SERVICE FACTOR อย่างต่ำ 1.5 และจะต้องมีฝาครอบป้องกัน (COUPLING GUARD) ด้วย

ญ. ในการเสนอขอการรับรองเครื่องสูบน้ำ ผู้รับจ้างจะต้องแนบ PERFORMANCE CURVE ของเครื่องสูบน้ำจากโรงงานของผู้ผลิตมาด้วย จุดที่เลือกสำหรับการใช้งานควรอยู่บริเวณกลางของ CURVE ซึ่งเป็นจุดที่เครื่องสูบน้ำมีประสิทธิภาพสูง และมีความยืดหยุ่น เมื่อปริมาณน้ำและความดันเปลี่ยนไปได้มากที่สุด

ฎ. การเลือกขนาดของใบพัดของเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง (CENTRIFUGAL PUMP) จะต้องเลือกขนาดของใบพัดให้มีขนาดใหญ่กว่า ขนาดใบพัดที่ได้สมรรถนะตามต้องการหนึ่งขนาดเมื่อติดตั้งและเดินเครื่องสูบน้ำแล้ว จึงเจียรใบพัดให้ได้ขนาดพอเหมาะ โดยดูจากปริมาณน้ำ, ความดัน และการใช้ไฟฟ้าของเครื่องสูบน้ำประกอบ

ฏ. การเลือกขนาดของมอเตอร์เครื่องสูบน้ำ ต้องเลือกขนาดมอเตอร์ให้ใหญ่พอที่จะไม่ OVERLOAD ตลอดจนช่วงการทำงานของเครื่องสูบน้ำตาม CURVE ใน PERFORMANCE CURVE ขนาดของมอเตอร์ที่ระบุไว้เป็นแนวทางเท่านั้น และหลังจากพิจารณา PERFORMANCE CURVE แล้ว วิศวกรผู้ออกแบบจะเป็นผู้ตัดสินว่าขนาดของมอเตอร์ควรจะเป็นเท่าใด

ฐ. ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบติดตั้ง อุปกรณ์, แผงสวิทซ์, สตาร์ทเตอร์, อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ

ระบบสายไฟ และอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำ, ตามที่ระบุในแบบเพื่อให้การทำงานของเครื่องสูบน้ำเป็นไปตามต้องการ รายละเอียดเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าจะต้องเป็นไปตามแบบและข้อกำหนดในหมวดของระบบไฟฟ้า ในกรณีที่การควบคุมการทำงานของเครื่องสูบด้วย Pressure Switch ให้ใช้ Pressure Switch ชนิดปรอท

ฑ. มอเตอร์ต้องเป็น SQUIRREL CAGE INDUCTION MOTOR ชนิดปกปิดมิดชิด ระบายความร้อนด้วยอากาศ (TOTALLY ENCLOSED FAN COOLED MOTER) ชนิดของฉนวนเป็น F (Class F Insulation) มีความเร็วรอบ และระบบไฟฟ้าที่ใช้ตามที่กำหนดในแบบ ขนาดของมอเตอร์ต้องไม่เล็กกว่า 1.15 เท่าของกำลังไฟฟ้าที่ต้องการขณะใช้งานสูงสุด

ฒ. เครื่องสูบน้ำจะต้องประกอบสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิต

บ. เครื่องสูบน้ำทุกเครื่องจะต้องมีเกจ์วัดความดันทั้งทางด้านน้ำดูดและด้านน้ำส่ง

ป. เครื่องสูบน้ำทุกเครื่องจะต้องมีข้อต่อยืดหยุ่น (FLEXIBLE JOINT) ทั้งทางด้านน้ำดูดและทางด้านน้ำส่ง ยกเว้นเครื่องสูบน้ำที่ดูดน้ำจากถังน้ำใต้ดิน โดยตรงที่ไม่ต้องใส่ข้อต่ออ่อนทางด้านน้ำดูด

17.2 <u>เครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง</u> (END SUCTION TYPE CENTRIFUGAL)

เป็นชนิด Non-Overloading, Centrifugal Type, Voulte Type, Single Stage, Single Suction, End suction Back Pull Out Type สมรรถนะตามที่ระบุไว้ในแบบแปลน

17.3 เครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง ชนิด HORIZONTAL SPLIT CASE

เป็นชนิด Non-Overloading, Centrifugal, Volute Type Horizontal split case, Single Stage, Single or Double Suction มีสมรรถนะตามระบุในแบบแปลน

17.4 เครื่องสูบน้ำแบบทำงานใต้น้ำ (SUBMERSIBLE PUMP)

เป็นชนิด Non-clog Submerged type, Vertical Shaft ออกแบบสำหรับสูบน้ำทิ้งโดยการจุ่มเครื่องสูบน้ำลงไปในบ่อน้ำเสีย มอเตอร์ทำงานแบบอัตโนมัติ โดยการควบคุมระดับน้ำในบ่อด้วย Float switch และต้องมี Check valves และ Gate valves ที่ท่อส่งของเครื่องสูบน้ำสมรรถนะตามที่ระบุไว้ในแบบแปลน

18. มอเตอร์ไฟฟ้า (MOTOR)

มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ขับเครื่องสูบน้ำ เป็นมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส แบบหุ้มมิด TEFC CAGE INDUCTION MOTOR มีชนิดโครงครอบป้องกันแบบ IP 55 (DEGREE OF PROCTION IP 55) และชนิดของฉนวนเป็น F (CLASS "F" INSULATION) เหมาะที่จะใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับแบบ 3 P. 50 HZ. 380 V.

- STATOR FLAME : SUBSTANTIAL RIBBED, CAST IRON FRAME
- ROTOR CORE : ทำจากเหล็กแผ่นที่มีการสูญเสียทางไฟฟ้าต่ำ
- เพลา : ทำจากเหล็กเกรด 080 M40 (En 40)
- ลวดทองแดง : ทำจากทองแดงบริสุทธิ์เคลือบด้วยฉนวน 2 ชั้น ทนอุณหภูมิสูงถึง 200°C (CLASS F) และจุ่มใน POLYESTER สามารถทน TROPICAL CONDITIONS ได้ถึงความชื้น 95% จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ NEWMAN, CROMPTON, PARKINSON, ASEA หรือเทียบเท่า

19. เครื่องสูบน้ำรักษาแรงดัน PBS

เป็นเครื่องสูบน้ำพร้อมถังความดัน (Package Booster Set) ประกอบด้วย Close Coupled Centrifugal Pump 2 ตัว พร้อมกับท่อร่วมด้านดูดและจ่ายถังความดันและตู้ควบคุม ซึ่งเดินสายไฟฟ้าและประกอบเรียบร้อยบนฐานเดียวกัน

รายละเอียดของอุปกรณ์

19.1 เครื่องสูบน้ำ

เป็นแบบ Close Coupled Centrifugal Pump ตัวเรือนทำด้วยเหล็กหล่อ, Seal Shaft

เป็น Mechanical Seal ตัวเครื่องสูบน้ำจะประกอบติดกับมอเตอร์ไฟฟ้าแบบหุ้มมิด

เหมาะสำหรับไฟ 380 V. 50 Hz. 3 Phase

19.2 ถังเพิ่มความดัน

เป็นชนิด Diaphragm type สามารถเพิ่มความดันของอากาศได้ และมีค่าแรงดันใช้งานไม่น้อยกว่า 125 PSI

19.3 ตู้ควบคุมไฟฟ้า

ตัวตู้จะต้องทำจากเหล็กแผ่นพับขึ้นรูป หนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม. สามารถกันฝน หยดน้ำ

มีหน้าที่การทำงาน และอุปกรณ์ดังนี้

- ISOLATING SWITCH
- AUTO MANUAL SELECTOR SWITCH
- START-STOP PUSH BUTTON
- "POWER ON" INDICATOR
- "PUMP RUNNING" INDICATOR
- "PUMP FAILURE" INDICATOR
- H.R.C. FUSES
- HEAVY DUTY LINE CONTACTOR WITH THERMAL OVER LOAD
- AUTO ALTERNATE AND ASSIST

19.4 อุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ

- SUCTION & DISCHARGE VALVE, BRONZE SOLID WEDGE NON RISING STEM
- MILD STEEL SUCTION AND D ISCHARGE HEADER
- FABRICATED STEEL BASEPLATE
- ANTI SLAM CHECK VALVE
- BOURDON TUBE TYPE PRESSURE GAUGE
- VARIABLE DIFFERENTIAL TYPE PRESSURE GAUGE

- STAINLESS STEEL BRAIDED FLEXIBLE CONNECTOR

- PRESSURE REDUCING VALVE

19.5 ลักษณะการทำงานของตู้ควบคุม

- ควบคุมเครื่องสูบน้ำหลัก (Duty Pump) และเครื่องสูบน้ำรอง (Standby pump) ด้วยการตรวจวัด (Detect) จาก Pressure switch ชนิดปรอท

- เครื่องสูบน้ำทั้งสองตัวจะช่วยกันทำงาน (Parallel Operate) โดยอัตโนมัติ เมื่อค่าความดันลดลงต่ำกว่าปกติ

- เครื่องสูบน้ำสำรอง (Standby Pump) จะทำงานแทนเครื่องสูบน้ำหลัก (Duty Pump) ในกรณีที่เครื่องสูบน้ำหลักไม่สามารถใช้งานได้ (Duty Pump Failure)

- เครื่องสูบน้ำทั้งสองตัวจะสลับกันเป็นเครื่องสูบน้ำหลัก (Duty Pump) และเครื่องสูบน้ำสำรอง (Standby Pump) โดยอัตโนมัติ เมื่อครบวงจรการทำงาน (Pumping Cycle)

20 <u>WATER HAMMER ARRESTER (WHA)</u>

- ใช้ป้องกันการเกิด Water Hammer ในระบบเส้นท่อประปาตามระบุในแบบแปลน

- เป็นชนิดทำด้วย Stainless Steel ภายในประกอบด้วย ก๊าซ Argon ที่ถูกอัดไว้ด้วย Hydraulic Displacement Fluid, Elastormer Bellows และ Flow Control Orific ขนาดและการติดตั้งตามระบุในแบบแปลน หรือเป็นไปตามมาตรฐานและข้อกำหนดของ Plumbing And Drainage Institute Standard P.D.I. - WH 201

21. <u>แผงควบคุม (CONTROL PANEL)</u>

ให้ติดตั้งแผงควบคุมการทำงานของ Pump และเครื่องจักรอื่น ๆ ตามตำแหน่งที่ระบุในแบบแปลน และให้แสดงการทำงานของ Pump และเครื่องจักรอื่น ๆ (Remote Control Panel ไปยัง Engineering Room.)

22. <u>เครื่องกรองทราย (PRESSURE SAND FILTER)</u>

จำนวน	:	1	ชุด
รูปทรง	:	Vertical Cylindrical	
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง	:	0.95	เมตร

ความสูงตรง	:	1.50	เมตร
ความดันในการออกแบบ	:	5	บาร์
วัสดุที่ใช้	:	Mild steel c/w rust prove and epoxy coating	
ความหนาของตัวถัง	:	4.5	มม.
ความหนาของฝาถัง	:	4.5	มม.
ชนิดและจำนวนของกรอง	:	Anthracite 210 ลิตร, Grande Sand 350 ลิตร	
อัตราการผลิตน้ำต่อชุด	:	10	ลบ.ม./ซม.
ระบบการล้างกลับ	:	ล้างด้วยน้ำอย่างเดียว	
ระบบรองรับสารกรอง	:	Plastic nozzle with metal floor	
ชนิดของการควบคุม	:	Manual operation	

ท่อและวาล์วหน้าเครื่อง

ขนาดของท่อและวาล์ว	:	Dia. 2 1/2" , PVC CLASS 13.5
- ชนิดของวาล์ว	:	Butterfly valve
- วัสดุของวาล์ว	:	Cast iron

อุปกรณ์ประกอบ

- Inlet-outlet pressure gauge

- Inlet-outlet sampling cock

- Air vent valve

23. <u>เครื่องกรองคาร์บอน (ACTIVATED CARBON FILTER)</u>

จำนวน	:	1	ชุด
รูปทรง	:	Vertical Cylindrical	
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง	:	0.95	เมตร
ความสูงตรง	:	1.50	เมตร
ความดันในการออกแบบ	:	5	บาร์
วัสดุที่ใช้	:	Mild steel c/w rust prove and epoxy coating	
ความหนาของตัวถัง	:	4.5	มม.
ความหนาของฝาถัง	:	4.5	มม.
ชนิดและจำนวนของกรอง	:	Activaed Carbon 420 ลิตร Grade Sand 140 ลิตร	
อัตราการผลิตน้ำต่อชุด	:	10	ลบ.ม./ซม.
ระบบการล้างกลับ	:	ล้างด้วยน้ำอย่างเดียว	

ระบบรองรับสารกรอง	:	Plastic nozzle with metal floor
ชนิดของการควบคุม	:	Manual operation

ท่อและวาล์วหน้าเครื่อง

- ขนาดของท่อและวาล์ว	:	Dia. 2 1/2" , PVC CLASS 13.5
- ชนิดของวาล์ว	:	Butterfly valve
- วัสดุของวาล์ว	:	Cast iron

อุปกรณ์ประกอบ

- Inlet-outlet pressure gauge

- Inlet-outlet sampling cock

- Air vent valve

24. <u>เครื่องฆ่าเชื้อโรคด้วย ULTRAVIOLET</u>

- มีอัตราการใช้งานได้ 10 GPM.
- ขนาดท่อเข้า – ออก เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว
- สามารถทนแรงงาน ใช้งานได้ที่ 100 PSI
- วัสดุ Chamber เป็น Stainless Steel 304
- ส่งพร้อม 1 – 200 Micron Prefiltration
- เป็นผลิตภัณฑ์ของ Sanitron ; Megatron หรือ อนุมัติเทียบเท่า

หมวด ค ข้อกำหนดเกี่ยวกับการติดตั้ง

1. <u>ข้อกำหนดทั่วไป</u>

1.1 ฝีมืองาน ผู้รับจ้างต้องใช้ช่างซึ่งชำนาญงาน โดยเฉพาะในแต่ละประเภทมาปฏิบัติงานติดตั้งระบบท่อเครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ และต้องควบคุมการทำงานของช่างเหล่านี้ให้ดำเนินไปโดยชอบด้วยหลักดังต่อไปนี้.-

ก. การตัดท่อแต่ละท่อ ต้องให้ได้ระยะพอดีตามความต้องการที่ใช้งาน ณ จุดนั้น ๆ ซึ่งเมื่อต่อท่อบรรจบกันแล้วต้องได้แนวท่อที่สม่ำเสมอไม่คดและคลาดเคลื่อนจากแนวไป

ข. การติดตั้งท่อ ต้องวางในลักษณะที่เมื่อเกิดการหดตัว หรือขยายตัวของท่อ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแล้วไม่ทำให้เกิดการเสียหายขึ้นแก่ตัวท่อนั้นเองหรือแก่สิ่งใกล้เคียง ระบบท่อที่มีการขยายตัวและหดตัวมากต้องจัดให้มี EXPANSION LOOP หรือ EXPANSION JOINT ในที่ ๆ จำเป็นและเหมาะสมด้วย ถึงแม้จะไม่ได้กำหนดไว้ในแบบแปลนก็ตาม

ค. การตัดท่อให้ใช้เครื่องสำหรับตัดท่อโดยเฉพาะ และต้องคว้านปากท่อขูดเศษท่อที่ยังติดค้างอยู่ปากท่อออกเสียให้หมด หากทำเกลียวต้องใช้เครื่องมือทำเกลียวที่มีฟันคม เพื่อให้ฟันเกลียว เรียบและได้ขนาดตามมาตรฐาน

ช. ทันทีต้องเปลี่ยนแนวหรือทิศทางของท่อ ให้ใช้ข้อต่อตามความเหมาะสม (ข้อต่อหมายถึง ข้อโค้ง ข้องอ สามตา ฯลฯ เป็นต้น) และหากมีการเปลี่ยนขนาดของท่อ ณ จุดใด ให้ใช้ข้อลดเท่านั้น

1.2 ลักษณะการเดินท่อ การติดตั้งท่อต้องกระทำด้วยความประณีต ปรากฏความเป็นระเบียบเรียบร้อยแก่สายตา การเลี้ยว การหักมุมการเปลี่ยนแนวระดับต้องใช้ข้อต่อที่เหมาะสมให้กลมกลืนกับลักษณะรูปรางของอาคารในส่วนนั้น ๆ แนวท่อต้องให้ขนานหรือตั้งฉากกับอาคารเสมออย่าให้เฉ หรือเอียงจากแนวอาคาร หากที่ใดต้องแขวนท่อจากเพดานหรือจากโครงสร้างเหนือศีรษะ และมิได้กำหนดตำแหน่งที่แน่นอนไว้ในแบบแล้ว ต้องแขวนท่อนั้นชิดข้างบนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทั้งนี้เพื่อมิให้ท่อนั้นเป็นที่กีดขวางแก่สิ่งติดตั้งที่เพดาน หรือเหนือศีรษะ เช่น โคมไฟ ท่อลม ฯลฯ เป็นต้น ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแนวระดับท่อของระบบต่าง ๆ ให้แน่นอนเสียก่อนการติดตั้งระบบท่อ ระบบใดระบบหนึ่งเพื่อมิให้ท่อเหล่านั้นกีดขวางกัน

1.3 การวางตำแหน่งของส่วนประกอบการเดินท่อบรรดาส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบท่อ เช่น วาล์วน้ำมาตรวัดน้ำเกจ์วัดแรงดัน ฯลฯ เป็นต้น ต้องวางให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมกับการใช้งานโดยปกติและสามารถถอดซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนใหม่ได้โดยง่าย

1.4 ข้อห้ามในการต่อท่อร่วมระหว่างระบบท่อ ระบบท่อน้ำที่ใช้ในการบริโภคนั้นห้ามต่อบรรจบกับระบบท่อโสโครกและท่อน้ำทิ้งเป็นอันขาด หากแนวของท่อน้ำที่ใช้ในการบริโภคต้องเดินขนานหรือตัดกับแนวท่อ

โสโครก หรือท่อระบายน้ำทิ้งแล้วแนวที่ขนาน หรือตัดกันนั้น ท่อน้ำที่ใช้ในการบริโภคต้องอยู่เหนือท่อโสโครก หรือท่อระบายน้ำทิ้ง

1.5 ปลายทางของท่อน้ำและท่อระบายน้ำ หากในแผนผังปรากฏมีท่อน้ำหรือท่อระบายน้ำแสดงไว้สำหรับต่อเติมขยายออกไปในอนาคตแล้ว จะต้องต่อท่อเหล่านี้ออกไปให้พ้นจากตัวอาคารไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร แล้วใช้ปลั๊กอุดหรือฝาครอบเกลียวปิดไว้ และหากจำเป็นจะต้องกลบดินในระยะนี้เสียก่อนก็อาจจะทำโดยตอกหัก และติดป้ายแสดงตำแหน่งปลายท่อเหล่านี้ไว้

1.6 การป้องกันการชำรุดบุบสลายระหว่างการติดตั้ง ให้ผู้รับจ้างปฏิบัติตามแนวทางดังต่อไปนี้.-

ก. ปลายท่อทุกปลายให้ใช้ปลั๊กอุดหรือฝาครอบเกลียวครอบไว้ หากต้องละจากงานต่อท่อในส่วนนั้นไปชั่วคราว

ข. เครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ให้หุ้มหรือคลุมกันไว้ เพื่อป้องกันมิให้เกิดการแตกหักบุบสลาย

ค. วาล์วน้ำ ข้อต่อและส่วนประกอบอื่น ๆ สำหรับการติดตั้งท่อให้ตรวจดูภายใน และทำความสะอาดภายในให้ทั่วถึงก่อนนำมาประกอบติดตั้ง

ช. เมื่อได้กระทำการติดตั้งเสร็จสมบูรณ์แล้ว ต้องตรวจดูความเรียบร้อย และทำความสะอาดเครื่องสุขภัณฑ์ และอุปกรณ์เหล่านี้อย่างทั่วถึงเพื่อส่งมอบงานให้แก่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนในสภาพที่ปราศจากตำหนิ และข้อบกพร่อง และใช้การได้ตามวัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนเป็นอย่างดี

1.7 การแขวนโยงท่อและยึดท่อ ท่อที่เดินภายในอาคาร และท่อที่เดินในชั้นล่างสุดของอาคารที่เดินต้องแขวนโยง หรือยึดติดไว้กับโครงสร้างของอาคารอย่างมั่นคง แข็งแรง อย่าให้โยกคลอนแกว่งไกวได้ การแขวนโยงท่อที่เดินตามแนวราบให้ใช้เหล็กรัดท่อตามขนาดของท่อรัดไว้ และที่แขวนที่รับ หรือที่ยึดท่อซึ่งทำขึ้นนี้ต้องเป็นชนิดที่ทำขึ้นเพื่อการนี้โดยเฉพาะ เพื่อการแขวน การรับการยึดท่อเท่านั้น ห้ามมิให้นำวัสดุอื่นมาดัดแปลงต่อกันเข้าเป็นการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าเป็นอันขาด ที่แขวนรองรับหรือที่ยึดนี้ต้องมีลักษณะคล้ายคลึงกับผลิตภัณฑ์ของ GRINNEL หรือ UNISTRUT หรือตามกำหนดในแบบแปลนที่แขวนยึด ถ้าใช้ที่รองรับฝังไว้กับคอนกรีต และต้องผูกติดกับเหล็กเสริมคอนกรีตอย่างมั่นคง หากมีท่อหลายท่อเดินตามแนวราบขนานกันเป็นแพ จะใช้สาแหรกแขวนรับไว้ทั้งชุดแทนใช้เหล็กรัดท่อแขวนแต่ละท่อก็ได้ ผู้รับจ้างต้องจัดหาอุปกรณ์ที่ใช้ประโยชน์ได้เท่ากันมาใช้แทน ห้ามแขวนท่อด้วยโซ่ ลวด เชือก หรือสิ่งอื่นใดที่ลักษณะไม่มั่นคงแข็งแรง การติดตั้งระบบท่อต่าง ๆ ให้ใช้มาตร-ฐานดังนี้คือ

ก. ท่อที่ติดตั้งในแนวดิ่งหรือแนวตั้ง

(1) ท่อเหล็กหรือท่อเหล็กอาบสังกะสี ซึ่งต่อด้วยเกลียวหรือเชื่อมเข้าด้วยกันทุก ๆ ระยะครึ่งหนึ่งของความยาวของแต่ละท่อแต่ละท่อนต้องมีที่ยึดหรือรองรับอย่างน้อยหนึ่งแห่งหรือที่ทุก ๆ ชั้น

(2) ท่อพีวีซีทุก ๆ รอยต่อต้องมีที่ยึดหรือรองรับอย่างน้อยหนึ่งแห่ง หรือที่ทุก ๆ ชั้น

(3) ท่อเหล็กหล่อต้องมีที่ยึดหรือแขวนหรือรองรับท่อทุก ๆ ชั้นของอาคาร

(4) ท่อในแนวดิ่งต้องมีที่ยึดตรงฐานของท่อทุกท่อด้วย

ข. ท่อที่วางในแนวราบหรือแนวระดับ

(1) ท่อเหล็ก ท่อเหล็กอาบสังกะสี ซึ่งต่อด้วยเกลียวหรือเชื่อมเข้าด้วยกันทุก ๆ ระยะไม่เกิน 200 เซนติเมตร ต้องมีที่ยึดหรือแขวน หรือรองรับอย่างน้อยหนึ่งแห่ง ยกเว้นในกรณีที่ได้ระบุรายละเอียดไว้ในแบบ

(2) ท่อเหล็กหลอที่ต่อกันด้วยปากแตร หรือปลอกเหล็กอัดด้วยแหวนยางต้องมีที่ยึด หรือแขวนหรือรองรับทุก ๆ ระยะข้อต่อ และทุก ๆ ครึ่งท่อนของท่อ

(3) ท่อพีวีซีทุกระยะไม่เกิน 125 เซนติเมตร และทุก ๆ รอยต่อจะต้องมีที่ยึด หรือรองรับหรือแขวนอย่างน้อยหนึ่งแห่ง

ค. ท่อทุกชนิดที่วางอยู่ในดิน ต้องวางอยู่บนที่อัดแน่นตลอดแนวความยาวของท่อและเมื่อกลบดินแล้วต้องอัดดินให้แน่นโดยการอัดดินเป็นชั้น ๆ และถ้าหากจำเป็นต้องผ่านโครงสร้างอาคารจะต้องมีการแขวนกับโครงสร้างอาคาร

ง. ท่อที่เดินในแนวระดับ ต้องรองรับด้วยที่แขวนหรือที่รองรับแบบชิงช้า เหล็กเส้นที่แขวนให้มีขนาดดังนี้.-

ขนาดของท่อ	**ขนาดของเหล็กเส้น**
12 มม. (1/2 นิ้ว) - 40 มม. (1 1/2 นิ้ว)	9 มม. (3/8 นิ้ว)
50 มม. (2 นิ้ว) - 75 มม. (3 นิ้ว)	12 มม. (1/2 นิ้ว)
100 มม. (4 นิ้ว) - 150 มม. (6 นิ้ว)	15 มม. (5/8 นิ้ว)
200 มม. (8 นิ้ว) - 250 มม. (10 นิ้ว)	25 มม. (1 นิ้ว)

จ. ระหว่าง EXPANSION JOINTS หรือ EXPANSION LOOPS ต้องมี ANCHOR ติดตั้งไว้ตำแหน่งของ EXPANSION JOINTS หรือ LOOPS จะได้กำหนดในภายหลัง

1.8 การตัดเจาะและซ่อมสิ่งกีดขวาง หากมีสิ่งก่อสร้างใด ๆ กีดขวางแนวของท่อแล้วผู้รับจ้างต้องแจ้งรายละเอียดให้แก่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนทราบ พร้อมกับเสนอวิธีการตัดเจาะสิ่งกีดขวางนั้น กับวิธีการซ่อมกลับคืนด้วย และต้องได้รับอนุญาตจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนก่อน ผู้รับจ้างต้องใช้ช่างที่มีความชำนาญในการนั้น ๆ โดยเฉพาะ และต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง

1.9 SLEEVE, CUTTING AND PATCHING ท่อที่เดินผ่านฐานราก หรือผนัง ฝากั้น และเพดานนอกอาคารต้องติดตั้งโดยอาศัยหลักเกณฑ์ดังนี้คือ.-

ก. ตรงตำแหน่งที่ท่อ ปล่อง ฯลฯ จะต้องเดินผ่านเพดาน พื้น หรือกำแพงหรือคอนกรีตให้เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่จะต้องจัดหาและติดตั้ง SLEEVES หรือ BLOCKINGS ต่าง ๆ ที่จำเป็น

ข. ทุกครั้งที่ผู้รับจ้างทำการเจาะ ตัด ปะ เพื่อติดตั้งใด ๆ เกี่ยวกับงานของตนต้องขอความเห็นชอบต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนก่อนเสมอ

ค. SLEEVES ที่ผ่านกำแพงภายนอกต้องป้องกันมิให้น้ำซึมผ่านได้ และทำด้วยท่อเหล็กดำ

SCHEDULE 40

ง. SLEEVES ที่ผ่านกำแพงภายใน ใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี

จ. SLEEVES ที่ผ่านกำแพงอิฐ หรือคอนกรีตที่ไม่จำเป็นต้องเป็นแบบกันซึมให้ใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี

ฉ. SLEEVES ที่ผ่านกำแพงภายในที่ทำด้วยวัสดุอื่น ๆ นอกเหนือไปจากกำแพงอิฐทำด้วยท่อเหล็กอาบสังกะสี

ช. SLEEVES ต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน ขนาดใหญ่กว่าเส้นผ่าศูนย์กลาง ภายนอกของท่อ (รวมฉนวนหุ้ม ถ้ามี) ที่ลอดผ่านภายในไม่ต่ำกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)

ฎ. SLEEVES ที่พื้นอาคาร ต้องฝังให้ปลอกสูงกว่าระดับพื้นที่ยังตกแต่งแล้ว 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)

ฌ. ช่องท่อต่าง ๆ (SHAFT OR DUCT) หลังจากที่ผู้รับจ้างได้ติดตั้ง และทดสอบระบบท่อเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้รับจ้างทำการเท CONCRETE ปิดช่องท่อทั้งหมด ทั้งนี้จะต้องมี SLEEVES ของแต่ละท่อที่ผ่านช่องท่อนั้น โดย SLEEVES ทั้งหมดนี้ ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดข้างต้น

ญ. ผู้รับจ้างต้องทำการอุดช่องว่างระหว่างท่อ กับ SLEEVES ทั้งหมดด้วยวัสดุที่สามารถทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง ซึ่งวัสดุที่ใช้ในการอุดจะต้องสามารถรื้อถอนได้ง่ายในกรณีที่ต้องมีการซ่อมแซมท่อ และวัสดุรวมถึงวิธีการติดตั้งจะต้องได้ตามมาตรฐานของ UL

2. <u>แผ่นปิดพื้น ผนัง และเพดาน</u>

ทุก ๆ จุดที่ท่อเดินผ่านผนัง ฝากั้น เพดาน และพื้นอาคารซึ่งตกแต่งผิดหน้าแล้ว ผู้รับจ้างต้องจัดการปิดช่องโหว่ทั้งทางเข้า - ออกของท่อด้วยแผ่นอลูมิเนียมหนา 1.2 มม. ซึ่งมีขนาดโตพอที่จะปิดช่องรอบๆ ท่อได้อย่างมิดชิด แผ่นอลูมิเนียมที่ใช้ที่เพดานและผนังต้องยึดด้วยสลักแบบเซ็ทสกรู

ห้ามใช้กลิปสปริง

3. <u>การติดตั้งท่อน้ำระบบต่าง ๆ</u>

ผู้รับจ้างต้องติดตั้งท่อน้ำระบบต่าง ๆ ให้ครบถ้วน และต่อเข้ากันสุขภัณฑ์ทุกชนิดที่ใช้งานโดยอาศัยหลักเกณฑ์ต่อไปนี้.-

(1) การต่อท่อน้ำ ท่อน้ำ และข้อต่อให้ใช้วัสดุและข้อต่อตามที่ได้กำหนดไว้ในหมวดวัสดุท่อ และข้อต่อ และมีรายละเอียดการต่อท่อดังนี้.-

- การต่อท่อแบบเกลียว (THREADED JOINTS)

(ก) เกลียวท่อโดยทั่วไปทำเกลียว TAPER THREAD ตามมาตรฐาน BS หรือ ISO R 7 ซึ่งได้ระบุไว้เป็นมาตรฐานกระทรวงอุตสาหกรรมที่ มอก. 281-2521

(ข) การเลือกอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มี THREADED ENDS เช่น วาล์ว และข้อต่อต่าง ๆ เป็นต้น ถ้าระบุการสั่งทำประเภทเกลียวได้ให้เลือกสั่งเกลียวตามมาตรฐาน BS 21 (ISO R 288) ในการต่อท่อกับอุปกรณ์ที่มีเกลียวแบบ NPT (ตามมาตรฐาน ANSI B 2.1) อาจใช้ THREAD CONVERSION FITTING ร่วมในการประกอบท่อได้

(ค) ปลายท่อที่ตัดทำเกลียวเสร็จแล้ว ต้องคว้านปากปาดเอาเศษที่ติดอยู่โดยรอบทิ้งออกให้หมด

(ง) ใช้ PIPE JOINT COMPOUND หรือ TEFLON TAPE หุ้มเฉพาะเกลียวตัวผู้เมื่อขันเกลียวแน่นแล้ว เกลียวต้องเหลือให้เห็นได้ไม่เกิน 2 เกลียวเต็ม

(2) วาล์วน้ำให้ติดตั้งวาล์วน้ำตามตำแหน่งที่ได้แสดงไว้ในแบบโดยกำหนดชนิดของวาล์วไว้ดังนี้.-

- วาล์วเปิด-ปิด ให้ใช้ GATE VALVE หรือ BALL VALVE ตามระบุในแบบแปลน
- วาล์วกันน้ำกลับ (CHECK VALVE) ในระบบท่อที่จำเป็น และไม่ต้องการให้น้ำไหลกลับ ต้องติดตั้งวาล์วกันน้ำกลับไว้ทุกแห่ง
- ยูเนี่ยน ให้ติดตั้งยูเนี่ยนไว้ทางด้านใต้น้ำของวาล์วทุกตัว และก่อนท่อเข้าเครื่องสุขภัณฑ์นั้น ๆ ยกเว้นเครื่องสุขภัณฑ์นั้น มีข้อต่อชนิดที่สามารถถอดท่อออกได้ง่ายติดมาด้วยแล้ว การติดตั้งยูเนี่ยนนั้น ห้ามติดตั้งฝังไว้ในกำแพง เพดาน หรือฝากั้น

(3) ในจุดที่มีไหลกลับได้ และถ้าการไหลกลับของน้ำจะนำสิ่งสกปรกเข้าสู่ระบบของท่อน้ำหรือไม่ก็ตาม จะต้องติดตั้ง VACUUM BREAKERS ไว้ด้วยสำหรับ FLUSH VALVE จะต้องมี VACUUM BREAKERS เป็นส่วนประกอบส่วนหนึ่ง

(4) การติดตั้งตำแหน่งและชนิดของวาล์วน้ำให้ปฏิบัติดังต่อไปนี้.-

- วาล์วน้ำจะต้องติดตั้งตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบแปลน
- ท่อน้ำที่แยกหรือตรงเข้าอาคารทุก ๆ ท่อ ผู้รับจ้างต้องจัดหา และติดตั้ง GATE VALVE ให้ ณ บริเวณจุดที่ท่อเข้าอาคารแห่งละตัว ทั้งนี้ไม่ว่าจะแสดงไว้ในแบบแปลนหรือไม่ก็ตาม
- วาล์วทุกตัว ต้องติดตั้งในตำแหน่งที่สะดวกแก่การตรวจหรือถอดเพื่อซ่อมหรือเปลี่ยนได้
- การติดตั้งวาล์วทุกตัว ต้องเป็นชนิดที่ทำขึ้นเพื่อใช้กับแรงดันตามที่กำหนดในหัวข้อวาล์ว
- และอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำ เว้นแต่จะระบุไว้เป็นอย่างอื่น

(5) วาล์วและลิ้นต่าง ๆ ต้องมีแผ่นป้ายทองเหลืองขนาดกว้าง 50 ม.ม. (2นิ้ว) พร้อมตัวหนังสือแสดงชนิด และหน้าที่ของวาล์ว หรือลิ้นนั้นด้วยตัวอักษรสีดำ ป้ายต้องผูกเข้ากับวาล์วด้วยตะขอแบบ "S" ทำด้วยทองเหลือง

(6) ท่อแยก ซึ่งแยกจากท่อเมนนั้นจะต่อจากส่วนบนตอนกลางหรือใต้ท้องของท่อเมนก็ได้ โดยใช้ข้อต่อประกอบให้เหมาะสมแล้วแต่กรณี

(7) AIR CHAMBERS

- ผู้รับจ้างต้องติดตั้ง AIR CHAMBERS ไว้ที่ปลายสุดของท่อแยกที่จ่ายให้กับเครื่องสุขภัณฑ์นั้นๆ และต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 15 ม.ม. (1/2 นิ้ว) และยาวไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) ที่ปลายของ AIR CHAMBERS ให้ใส่ CAP อุดและเชื่อมโดยรอบเพื่อกันลมรั่วจาก CHAMBER

4. <u>การติดตั้งท่อโสโครกและท่อระบาย</u>

4.1 ท่อใต้ดิน ท่อโสโครก ท่อระบายและข้อต่อต่าง ๆ ที่ฝังใต้ดินให้ใช้วิธีการ และวัสดุตามที่กำหนดไว้ในหมวดวัสดุท่อและข้อต่อ การติดตั้งให้ปฏิบัติดังต่อไปนี้.-

ก. กั้นร่อง ต้องกระทุ้งดินให้แน่นโดยตลอด ถ้าดินเดิมไม่ดี ต้องขุดออกให้หมดนำวัสดุอื่นซึ่งได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนใส่แทน แล้วกระทุ้งให้แน่น

ข. แนวต่อต้องตรงไม่คดไปมาความลาดต้องถูกต้องตามแบบแปลนหรือรายละเอียดข้อกำหนดนี้

ค. รอยต่อทุกรอยต่อต้องแน่นสนิทน้ำซึมไม่ได้ เมื่อหยุดพักงานต้องปิดปากท่อเพื่อป้องกันมิให้น้ำทราย ดินเข้าไปในท่อ

ง. ท่อลอดถนน ท่อลอดถนนต้องเทหุ้มด้วยคอนกรีตหยาบหนาไม่น้อยกว่า 10 เซ็นติเมตร และดินที่อยู่ใต้และเหนือท่อส่วนนี้จะต้องกระทุ้งให้แน่นเป็นชิ้น ๆ ไป

4.2 ท่อเหนือพื้นดินสำหรับท่อระบาย ท่อโสโครกให้ใช้ท่อ และอุปกรณ์ตามข้อกำหนดการใช้ข้อต่อและอุปกรณ์ต่างๆ ให้เป็นไปตามที่ผู้ผลิตท่อแต่ละชนิดแนะนำการหักมุมให้ใช้ข้อโค้งเสมอ เว้นไว้แต่ในกรณีพิเศษซึ่งระบุให้ใช้ข้องอ การต่อในระยะสั้น ๆ อาจใช้ต่อด้วยข้อต่อเหล็กเหนียว หรือด้วยข้อต่อเหล็กหล่อประเภทที่ใช้กับระบบท่อระบายน้ำก็ได้

4.3 ท่อโสโครก และท่อระบายที่เล็กกว่า 75 มิลลิเมตร (3 นิ้ว) ลงมา ต้องติดตั้งให้มีความลาดเอียง ลงไปสู่ปลายท่อ 20 มิลลิเมตรต่อเมตร เว้นไว้แต่จะแสดงไว้ในแบบเป็นอย่างอื่นสำหรับขนาด 100 มิลลิเมตรต่อเมตร (4 นิ้ว) หรือใหญ่กว่า จะต้องมีความลาดเอียงไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตรต่อเมตร

4.4 การประกอบท่อให้กระทำตามข้อกำหนดดังนี้.-

ก. การลดขนาดของท่อให้ใช้ข้อลดด้วยขนาดและแบบที่เหมาะสม

ข. การหักเลี้ยวให้ใช้ข้อต่อรูปตัว Y ประกอบกับข้อโค้ง เพื่อให้ได้แนวตามความต้องการเว้นไว้แต่

(1) การหักเลี้ยวแนวดิ่งอาจใช้สามตาก็ได้

(2) ในกรณีที่น้ำโสโครกไหลจากแนวราบลงสู่แนวดิ่งจะใช้ข้อโค้งสั้น 90 องศา ก็ได้หรือ

(3) การหักเลี้ยวของท่อส่งน้ำโสโครกจากหม้อส้วม จะใช้ข้อโค้งสั้น 90 องศาก็ได้

ค. การติดตั้งที่ดันผงซึ่งหมายรวมถึงคอห่านและถ้วยสำหรับระบายน้ำ มีข้อกำหนดดังนี้.-

(1) ที่ดักผงต้องติดตั้งใกล้เคียงกับเครื่องสุขภัณฑ์ และอุปกรณ์ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

(2) เครื่องสุขภัณฑ์ และอุปกรณ์แต่ละชุดห้ามมิให้ติดเครื่องดักผงมากกว่า 1 แห่ง

(3) ที่ดักผงซึ่งติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่เข้าถึงได้ง่ายนั้น และติดปลั๊กหรืออุปกรณ์อื่นใดที่ผู้ควบคุมงานเห็นเหมาะสมในการถอดออกเพื่อถ่ายผงทิ้งและทำความสะอาดภายในได้สะดวก

(4) ข้อต่อแบบสวม จะนำมาใช้ต่อเข้ากับที่ดักผงได้ก็เฉพาะเมื่อต่อที่ดังผงขึ้นมาเท่านั้น

ง. ท่อที่ต่อจากช่องระบายน้ำพื้น (FLOOR DRAIN) ให้ใช้ท่อเหล็กหล่อที่ดังผง หรือคอห่านส่วนที่ปากท่อรับน้ำจากพื้นห้องนั้นให้ใส่ช่องระบายน้ำจากพื้นห้อง (FLOOR DRAIN) ตามที่ระบุไว้ในแบบ

จ. TRAP SEAL ของเครื่องสุขภัณฑ์แต่ละชนิดจะต้องมี LIQUID SEAL ไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และไม่มากกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) นอกจากในจุดเฉพาะที่ต้องการ SEAL มากกว่านั้น

ฉ. ช่องทำความสะอาดท่อ (PIPE CLEANOUTS)

ผู้รับจ้าง จะต้องติดตั้งช่องทำความสะอาดสำหรับท่อส้วมหรือท่อระบายน้ำตามจุดต่าง ๆ และขนาดต่าง ๆ ดังนี้

- มีช่องทำความสะอาดที่พื้น (PIPE CLEANOUTS) ทุก ๆ ระยะ 15 เมตร สำหรับ

ท่อส้วมหรือท่อน้ำทิ้งในแนวนอนที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว หรือเล็กกว่าและติดตั้งทุก ๆ ระยะ 30 เมตร สำหรับท่อส้วม หรือท่อน้ำทิ้งในแนวนอนที่มีขนาดใหญ่กว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ขึ้นไป

- ในกรณีที่ท่อ หรือท่อน้ำทิ้งเปลี่ยนทิศทางเกินกว่า 45 องศา

- ที่ฐานของท่อส้วม หรือท่อน้ำทิ้งในแนวดิ่ง (BASE OF STACKS)

- ในส่วนที่ใกล้ส่วนต่อระหว่างท่อส้วม ท่อน้ำทิ้งในอาคาร และภายนอกอาคาร

- ท่อส้วม หรือท่อน้ำทิ้งที่ฝังดินต้องมีช่องทำความสะอาด (GROUND CLEANOUT

OR YARD CLEANOUT) ต่อขึ้นมาจนถึงระดับดิน

- ช่องทำความสะอาด ต้องมีขนาดเท่ากับท่อส้วมหรือท่อน้ำทิ้ง

5. <u>การติดตั้งท่อระบายอากาศ</u>

การจัดระบบท่อระบายอากาศให้อาศัยหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้.-

ก. ท่อระบายอากาศจากท่อโสโครกนั้น ต้องต่อท่อให้สูงพ้นระดับหลังคาอาคารเสมอ เว้นไว้จะ

ปรากฏในแบบเป็นอย่างอื่น

ข. หากกระทำได้ ถ้ามีท่อระบายอากาศจากท่อโสโครกมากกว่าท่อเดียวให้ต่อท่อเหล่านั้นรวมเป็นท่อเดียวกันเสีย แล้วต่อท่อให้สูงพ้นระดับหลังคาอาคาร

ค. ท่อระบายอากาศที่ติดตั้งแนวดิ่งเหนือเครื่องสุขภัณฑ์เดียวกันได้

ง. ท่อรับน้ำโสโครกซึ่งรับจากเครื่องสุขภัณฑ์ตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไป จะต้องต่อท่อระบายอากาศออกทางปลายข้างหนึ่งของท่อ เว้นไว้แต่จะปรากฏว่าเครื่องสุขภัณฑ์แต่ละเครื่องมีท่อระบายอากาศของตนเองแล้ว

จ. การต่อท่ออากาศเข้ากับท่อระบายที่วางตามแนวนอนนั้น ให้ต่อที่ด้านบนของท่อระบาย

ฉ. ปลายล่างของท่อระบายอากาศนั้น ให้ต่อในลักษณะที่ว่าหากเกิดสนิมหรือคราบเกาะติดข้างในท่อแล้วจะถูกน้ำชะให้ไหลออกไปทางท่อระบายได้

ช. ท่อระบายอากาศนั้น จะต้องติดตั้งให้ปลายท่อบนอยู่สูงหลังคาขึ้นไปเป็นระยะไม่น้อยกว่า 15

เซ็นติเมตร (6 นิ้ว)

6. <u>การป้องกันเสียงและการสั่นสะเทือน</u>

6.1 อุปกรณ์เครื่องมือทุกชนิดต้องทำงานได้ดี โดยไม่มีเสียงหรือการสั่นสะเทือนจนเป็นที่รบกวน ถ้ามีปัญหาดังกล่าวตามความเห็นของเจ้าของงานหรือผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างต้องทำการเปลี่ยนแปลง แก้ไขหรือกระทำการอันใดจนปัญหานั้น ๆ หมดสิ้นไป โดยผู้รับจ้างต้องรับภาระค่าใช้จ่ายเพื่อการนี้ทั้งสิ้น

6.2 ฐานคอนกรีตเหนือพื้นคอนกรีตสำหรับวางอุปกรณ์ และเครื่องมือที่อาจสั่นได้ให้สูงไม่ต่ำกว่า 15 ซม. หรือต้องเพียงพอแก่การจัดแนวตรงของอุปกรณ์ และท่อที่นำมาประกอบเข้าด้วยกันต้องเตรียมการสำหรับระงับการสั่นสะเทือนและฝังโบลท์สมอลงในตำแหน่งที่ต้องการ

ในขณะเทคอนกรีตฐาน

6.3 ชุดระงับการสั่นสะเทือน ให้เป็นแบบ SPRING TYPE ISOLATORS :

FREE STANDING AND LATERALLY STABLE WITHOUT ANY HOUSING AND

COMPLETE WITH 1/4" NEOPRENE ACOUSTICAL FRICTION PADS BETWEEN THE BASEPLATE AND THE SUPPORT, มี LEVELING BOLTS, ขนาดไม่ต่ำกว่า 0.8 ของ COMPRESSED HEIGHT ของสปริงขณะใช้งาน MASON, VIBRATION ELIMINATOR CO., หรืออนุมัติเทียบเท่า ผู้ผลิตต้องมีประสบการณ์ด้านนี้ไม่น้อยกว่า 20 ปี ประสิทธิภาพการลดความสั่นสะเทือนไม่น้อยกว่า 90 % อัตราส่วน DISTURBING FREQUENCY TO NATURAL FREQUENCY ต้องอยู่ในช่วงที่เหมาะสมที่จะลดความสั่นสะเทือน

6.4 การต่อท่อเข้าและออกจากเครื่องมือกลที่อาจมีความสั่นให้ต่อผ่านข้อต่ออ่อน (FLEXIBLE JOINT) แบบเหล็กไร้สนิม หรือยางสงเคราะห์ แล้วแต่รูปแบบหรืออนุมัติแล้วเทียบเท่าขนาดความดันทนให้ขึ้นอยู่กับการใช้งาน ณ จุดนั้น

7. <u>แผ่นป้าย NAME PLATE</u>

เครื่องมืออุปกรณ์ทุกชนิดต้องมีแผ่นป้าย NAME PLATE ขนาดเหมาะสมติดอยู่อย่างถาวร แสดงชื่อผู้ผลิต ประเทศผู้ผลิต ขีดความสามารถของเครื่องมืออุปกรณ์ และข้อมูลทางราชการอื่น ๆ ที่เหมาะสมทำด้วยทองเหลือง ทองแดง หรือเหล็กไร้สนิม

หมวด ง ระบบป้องกันเพลิงไหม้

1. ข้อกำหนดทั่วไป

1.1 ติดตั้งเครื่องสูบน้ำดับเพลิง ระบบท่อน้ำดับเพลิง รวมทั้งหัวฉีดน้ำดับเพลิง และอุปกรณ์สายส่งน้ำดับเพลิงตามแบบ และข้อกำหนดจนสามารถใช้การได้สมบูรณ์ตามที่ต้องการ

1.2 มาตรฐานการติดตั้งระบบ จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานดังนี้

- NFPA 14 - STANDPIPE AND HOSE SYSTEMS
- NFPA 20 - STANDARD FOR THE INSTALLATION OFCENTRIFUGAL FIRE PUMP

1.3 เครื่องสูบน้ำ จะต้องสามารถส่งน้ำได้ 150 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำที่กำหนด โดยมีความดันไม่ต่ำกว่า 65 เปอร์เซ็นต์ของความดันที่กำหนด และความดันเมื่อวาล์วทางด้านน้ำส่งปิดจะต้องไม่เกิน 120 เปอร์เซ็นต์ของความดันที่กำหนด

1.4 ท่อน้ำดับเพลิง อุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ และเครื่องสูบน้ำดับเพลิงจะต้องทาสีแดง การทาสีท่อเหล็ก จะต้องลงสีพื้นกันสนิม (RED LEAD PRIMER) ก่อนการทาสีจริง โดยจะต้องทำความสะอาดผิวเหล็กให้สะอาดก่อนการทาสีท่อน้ำที่ฝังดินจะต้องทาเคลือบด้วย COAL-TAR NAMEL แล้วใช้แผ่น ASBESTOR พันทับอีกชั้นหนึ่งหลังจากนั้นจึงค่อยทาเคลือบด้วยสารกันน้ำ ตามมาตรฐานการประปานครหลวง

2. ระบบท่อยืนและสายส่งน้ำดับเพลิง (STANDPIPE AND HOSE SYSTEM)

2.1 ท่อน้ำดับเพลิง

วัสดุสำหรับท่อน้ำดับเพลิง โดยทั่วไปให้ใช้ท่อเหล็กดำชนิดมีตะเข็บ SCHEDULE 40 ตามมาตรฐาน ASTM 120, สำหรับภายในห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิงระหว่าง FOOTVALVE จนถึงประตูน้ำทางส่ง รวมทั้งแนวท่อระบายแรงดัน (RELIEF PIPE) ซึ่งระบายน้ำกลับเข้าถังให้ใช้เหล็กดำชนิดมีตะเข็บ SCHEDULE 40 ASTM A120 และนำไป HOT DIP GAVANIZED อุปกรณ์ข้อต่ออื่น ๆ ให้เป็นข้อต่อแบบเชื่อม Sch. 40

2.2 ที่ระบายลม (AIR VENTS)

ก. ในระบบท่อน้ำต้องมีที่ระบายลมเพื่อเปิดให้อากาศ หรือก๊าซอื่น ๆ ที่มีอยู่ในท่อหนีออกจากท่อได้ขณะเติมน้ำ

ข. ต้องมีที่ระบายลมอัตโนมัติ (AUTOMATIC AIR VENT) ติดตั้งที่จุดสูงสุดของท่อน้ำในแนวดิ่ง

ง. AUTOMATIC AIR VENT ทุกตัวต้องมีวาล์วปิดที่ทางด้านลมเข้า และมีท่อน้ำทิ้งต่อไปยังท่อน้ำทิ้งรวม

2.3 เกจ์วัดความดัน (PRESSURE GAUGE)

เป็นแบบ BOURDON สำหรับวัดความดันของน้ำตัวเรือนทำด้วย STAINLESS หน้าปัทม์กลม เส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) มีสเกลบนหน้าปัทม์อยู่ในช่วง 150 ถึง 200% ของความดันที่ใช้งานปกติ สเกลอ่านเป็นปอนด์ต่อตารางนิ้ว (PSIG) เกจ์วัดความดันแต่ละชุดจะต้องมี SHUT-OFF NEEDLE VALVE และ SNUBBER CONNECTOR ความดันใช้งานต้องไม่น้อยกว่าความดันสูงสุดที่ ปรากฏบนสเกลหน้าปัทม์ โดยได้รับการรับรองจาก UL/FM

3. <u>การติดตั้งท่อน้ำ</u>

3.1 ข้อกำหนดทั่วไป

ก. ติดตั้งท่อน้ำ และอุปกรณ์สายส่งน้ำดับเพลิงตามรายละเอียดของผู้ผลิตให้พร้อมต่อจากการทำงานปกติ

ข. ท่อน้ำในแนวดิ่งจะต้องยึดให้ขนานกับแนวผนังหรือเสา และต้องเป็นแนวตรงผงตะไบฝุ่นต่าง ๆ จะต้องกวาดออกจากภายในท่อผิดนอกท่อเหล็กกล้าดำต้องทาสีกันสนิมอย่างน้อย 2 ชั้น

ค. ท่อน้ำต้องติดตั้งให้มีแนวเอียงเพียงพอแก่การระบายอากาศออก

ง. ปลายเปิดของท่อหรืออุปกรณ์จะต้องปิดเพื่อป้องกันฝุ่น ผง เศษผง เข้าไปอยู่ภายในท่อ

เพื่อสะดวกในการซ่อมบำรุง ซ่อมแซมเปลี่ยนแปลงในระบบท่อต้องมียูเนียน หรือหน้าแปลนเท่าที่ปรากฏในแบบระหว่างข้อต่อเข้าอุปกรณ์ หรือเท่าที่จำเป็นอื่น ๆ

จ. แนวท่อต้องจัดให้สามารถเข้าถึงได้โดยง่าย เพื่อประโยชน์ในการบำรุงรักษาซ่อมแซม

เปลี่ยนอุปกรณ์

ฉ. ใช้ข้อต่อที่ได้ขนาดมาตรฐานในการต่อท่อที่เปลี่ยนแปลงแนวทางเดินเปลี่ยนขนาด หรือมีข้อแยก

ช. ติดตั้งวาล์ว ให้ก้านวาล์วอยู่ในแนวดิ่งให้มากที่สุด

ซ. หลังจากต่อท่อด้วยแบบขันเกลียวหรือเชื่อม ร่องเกลียวส่วนที่เหลือโผล่ออกมาและรอยเชื่อมต่อทุกแห่งจะต้องใช้แปรงลวดขัดแล้วทาสีกันสนิม ZING CHROMATE

3.2 การต่อท่อ (PIPE JOINTS)

ก. การต่อท่อแบบเชื่อม (WELDED JOINTS)

(1) สำหรับท่อเหล็กดำ ให้ใช้การเชื่อมรอยต่อทุกแห่ง ยกเว้นส่วนที่เป็นยูเนียน หรือหน้าแปลน ซึ่งเตรียมไว้สำหรับการถอดออกได้

(2) ท่อขนาดใหญ่ที่จะนำมาเชื่อมต้องลบปลายให้เป็นมุมประมาณ 35-40 องศา โดยการกลึงก่อนการลบปลายอาจใช้หัวเชื่อมตัด แต่ต้องใช้ฆ้อนเคาะอ๊อกไซด์ และ

สะเก็ดโลหะออกพร้อมทั้งตะไบให้เรียบร้อยก่อนการเชื่อม

(3) การเชื่อมข้อต่อท่อจะต้องเชื่อมแบบ BUTT - WELDING

(4) การเชื่อมท่อต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งท่อให้โลหะที่นำมาเชื่อมละลายเข้าหากันได้อย่างทั่วถึง

(5) ก่อนการเชื่อมต้องทำความสะอาดส่วนปลายที่จะนำมาเชื่อมตั้งปลายท่อที่จะนำมาเชื่อมให้เป็นเส้นตรงเว้นช่องว่างระหว่างท่อที่นำมาเชื่อมเพื่อป้องกันการปิดระหว่าง การเชื่อม

(6) ห้ามใช้ข้องอที่เชื่อมขึ้นมาเองในงาน

ข. การต่อแบบหน้าแปลน (FLANGLES)

(1) วาล์วที่ใช้กับท่อขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) ขึ้นไป ให้ใช้การต่อเข้ากับท่อด้วยหน้าแปลนยกเว้น 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) HOSE GATE VALVE ให้ต่อด้วยเกลียว

(2) การยึดจับหน้าแปลนของท่อสองท่อต้องขนานกันและอยู่ในแนวเดียวกัน หน้าแปลนทั้งสองต้องยึดจับแน่นด้วย BOLT ยึด

(3) หน้าแปลนและยูเนียนจะต้องมีหน้าราบเรียบไม่คดเอียงมีประเก็นยางสังเคราะห์ หน้า 1.5 มิลลิเมตร (1/16 นิ้ว) หรือประเก็นแอสเบสทอส (ให้กับท่อนอกอาคาร) สวมสอดอยู่

(4) BOLT ที่ใช้ยึดจับหน้าแปลนขัดเกลียวร่วมกับ NUT เมื่อขันเกลียวต่อ แล้วต้องโผล่เกลียวออกมาจาก NUT ไม่เกิน 1/4 ของเส้นผ่าศูนย์กลางของ BOLT, BOLT & NUT ที่จะต้องทำด้วยวัสดุเหล็กผสมนิเกิล หรือโลหะที่ไม่เป็นสนิมได้โดยง่าย

3.3 ที่แขวนและรองรับท่อ

(1) ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อจะต้องเป็นชนิดที่ปรากฏในแบบ และต้องใช้ที่ทุก ๆ ระยะ 300 เซนติเมตร (10 ฟุต) ของท่อหรือในช่วงที่ท่อหักเปลี่ยนทิศทางต้องมีที่แขวนและรองรับไม่เกิน 60 เซนติเมตร (24 นิ้ว) จากช่วงหักเลี้ยว

(2) ที่แขวนท่อและหนุนท่อต้องสามารถปรับระยะสูงต่ำในแนวดิ่งได้ไม่ต่ำกว่า 2 นิ้ว

(3) ห้ามใช้ที่รองรับท่อชนิดอื่นๆ เช่น ลวด เชือก ไม้ โซ่ ซึ่งไม่ได้ระบุไว้มาใช้รองรับท่อ

(4) ผู้ติดตั้งต้องรับผิดชอบในการจัดหาวาง CONCRETE INSERT และ ANCHOR ROD และทำงานเกี่ยวกับโครงสร้างอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับการติดตั้งที่รับท่อต่าง ๆ

(5) ที่ท่อน้ำวิ่งขนาดกัน หรือใกล้เคียงกับท่อชนิดอื่น ๆ ผู้ติดตั้งจะต้องแสดงถึงตำแหน่ง ระดับของท่อต่าง ๆ ก่อนการติดตั้งและที่รองรับจริง

(6) ที่แขวนท่อและรองรับท่อจะมีขนาด และรายละเอียดดังที่ระบุไว้ในแบบ แต่ผู้ทำการติดตั้งจะต้องรับผิดชอบในการเพิ่มขนาดเหล็กแขวนท่อ และความหนาของเหล็กเพื่อให้เหมาะสม กับน้ำหนักของท่อในส่วนที่จำเป็น

(7) ต้องทาสีกันสนิม RED LEAD PRIMER หนึ่งชั้น และทาสีแดงทับอีกชั้นหนึ่ง (ONE PRIMER COAT AND ONE FINISHED COAT)

(8) ที่รองรับท่อที่ใช้นอกอาคารทำด้วยเหล็กชุบสังกะสี (HOT-DIPGAL VANIZED) โดยจะต้องสร้างที่รองรับท่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงนำไปชุบ

3.4 ท่อสวมลอด (PIPE SLEEVE)

(1) ท่อสวมลอด ต้องฝังไว้ในบริเวณที่ท่อน้ำเดินผ่านผนัง คาน หรือเพดาน คอนกรีต

(2) ท่อสวนลอดจะต้องกว้างกว่าขนาดของท่อที่ลอดอย่างน้อย 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) และต้องยาวตลอดช่วงที่ผ่านทะลุโครงสร้างนั้น ท่อก่อนฝังต้องทาสีกันสนิมอย่างน้อย 2 ชั้น

(3) ในกรณีที่ท่อทะลุผ่านพื้นท่อสวมลอดจะต้องทะลุสูงขึ้นไปบนพื้นเพื่อกันน้ำไหลเข้าไปในช่องท่อ และต้องอุดวัสดุกันน้ำรอบท่อลอดนี้

(4) รอบช่องว่างระหว่างท่อน้ำ กับท่อสวมลอด ต้องอุดด้วยวัสดุซึ่งสามารถกันไฟได้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง

(5) ในกรณีที่ท่อลอดผ่านผนัง พื้น เพดาน ซึ่งปรากฏแก่สายตาจะต้องใช้ท่อสวมลอดที่เป็นโครเมียมหรือทองเหลืองหล่อ (CAST BRASS) ตามที่รับรองให้ใช้เพื่อความสวยงาม

4. <u>ชุดเครื่องสูบน้ำดับเพลิง</u> (FIRE PUMP UNIT)

4.1 รายละเอียดโดยทั่วไป

ก. จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 20-STANDARD FOR THE INSTALLATION OF CENTRIFUGAL FIRE PUMPS

ข. เครื่องสูบน้ำต้องเป็นชนิด NON - OVERLOADING, HORIZONTAL CENTRIFUGAL SPLIT CASE TYPE, SINGLE OR MULTI STAGE, มีสมรรถนะไม่ต่ำกว่าที่ระบุไว้ในแบบ

ค. ชุดควบคุม และอุปกรณ์ประกอบ ต้องได้รับการรับรองโดย NFPA 20 ทั้งชุด

4.2 ลักษณะโครงสร้างของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

ก. เรือนเครื่องสูบน้ำ (CASING) ทำด้วยเหล็กหล่อทนแรงดันใช้งานปกติ (WORKING PRESSURE) ได้ไม่ต่ำกว่า 175 ปอนด์/ตร.นิ้ว หรือ 13/4 เท่าของแรงดันที่เป็นจริง, หรือยึดถือจำนวนที่มากกว่าข้อต่อหน้าแปลน (FLANGED CONNECTIONS ทั้งทางด้านดูดและด้านส่ง จะต้องทนแรงดันได้เช่นเดียวกับตัวเรือนเครื่องสูบน้ำ ด้านบนสุดของตัวเรือนจะต้องมี AUTOMATIC AIR RELEASE VALVE ด้วย

ข. ใบพัด (IMPELLER) จะต้องเป็นโลหะชิ้นเดียวทำด้วย CAST BRONZE หรือเทียบเท่าได้ รับการถ่วงทั้งทางด้าน DYNAMIC และ STATIC มาจากโรงงานผู้ผลิต ใบพัดจะต้องไม่เสียหายเนื่องจากใบพัดหมุนกลับทาง

ค. CASING WEARING RING ต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งานทำด้วย CAST BRONZE พร้อมด้วย STAINLESS STEEL PIN สามารถถอดออกเปลี่ยนได้ โดยสะดวก

ง. เพลา (SHAFT) ทำด้วย STAINLESS STEEL พร้อมด้วย SLEEVES ทำด้วย BRONZE CHROMED IRON หรือ NICKEL IRON สอดผ่าน STUFFING BOXES

จ. ปลอกหุ้มเพลา (SHAFT SLEEVES) ยึดติดกับเพลาด้วยสลัก และมีความยาวยื่นออกพ้นนอกซิล มีโอริงประเก็นตรงระหว่างใบพัดกับปลายปอกหุ้มเพดาน เพื่อกันน้ำเข้าระหว่าง

เพลากับปลอกหุ้มเพลา

ฉ. BEARING ต้องเป็นชนิด HEAVY DUTY BALL BEARING เป็น DUST SEAL ในตัวสามารถถอดออกซ่อมโดยง่าย ออกแบบให้ใช้งานตามที่กำหนด

ช. จุดต่ำสุดของตัวเรือนเครื่องสูบน้ำจะต้องมี DRAIN COCK

4.3 อุปกรณ์ประกอบ (FIRE PUMP FITTINGS)

สำหรับงานติดตั้งชุดเครื่องสูบน้ำดับเพลิงจะต้องประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ECCENTRIC SUCTION REDUCER
- CONCENTRIC DISCHARGE INCREASER
- BALL DRIP VALVE
- DISCHARGE TEE
- AUTOMATIC AIR RELEASE VALVE
- RELIEF VALVE TEE
- RELIEF VALVE ELBOW
- MAIN RELIEF VALVE
- FLOW MEASURING DEVICE
- OPEN OR CLOSE WASTE CONE
- SUCTION PRESSURE GAUGE

- DISCHARGE PRESSURE GAUGE

- FLEXIBLE JOINT

5. <u>เครื่องยนต์ดีเซล</u>

เครื่องยนต์ที่นำมาใช้ในการขับเคลื่องสูบน้ำดับเพลิง จะต้องเป็นเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ มีกำลังขับเคลื่อนไม่ต่ำกว่าที่ระบุไว้ที่ความเร็วตามกำหนด กำลังขับเคลื่อน (BRAKE HORSE POWER) ของเครื่องยนต์จะต้องสูงกว่ากำลังขับเคลื่อนที่เครื่องสูบน้ำต้องการสูงสุดไม่ต่ำกว่า 10% เครื่องยนต์ต้อง สร้างตาม NFPA 20 ข้อกำหนดและอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ของชุดเครื่องยนต์ดีเซลมีดังนี้

5.1 การต่อเครื่องยนต์กับเครื่องสูบน้ำใช้ URETHANE FLEXIBLE COUPLING มีค่า DEFLECTION ไม่มากกว่าที่ผู้ผลิตระบุไว้ขณะใช้งาน และมีค่า SERVICE FACTOR ไม่ต่ำกว่า 1.5 และจะต้องมีฝาครอบป้องกัน (COUPLING GUARD)

5.2 GOVERNOR สำหรับปรับรอบของเครื่องยนต์ให้เปลี่ยนแปลงไม่เกิน 10% ที่ทุกสภาวะการทำงานของเครื่องสูบน้ำ และจะต้องสามารถช่วยคงความเร็วรอบของเครื่องยนต์ได้ที่ RATE SPEED เมื่อเครื่องสูบน้ำใช้กำลังสูงสุด

5.3 OVER SPEED SHUT-DOWN DEVICE สำหรับหยุดเครื่องยนต์ เมื่อความเร็วของเครื่องยนต์เกิน 20% ของ RATED SPEED และมี MANUAL RESET ประกอบพร้อมไฟสัญญาแสดงว่าเครื่องยนต์วิ่งที่ความเร็วรอบสูงเกินที่แผงควบคุมเครื่องยนต์ ไฟสัญญาณจะดับเมื่อ MANUAL RESET แล้ว

5.4 TACHOMETER พร้อมหน้าปัทม์เพื่อแสดงรอบของเครื่องยนต์

5.5 HOUR METER สำหรับนับทุกชั่วโมงการทำงานของเครื่องยนต์

5.6 OIL PRESSURE GAUGE สำหรับแสดงความดันของน้ำมันหล่อลื่น

5.7 TEMPERA TURE GAUGE สำหรับแสดงอุณหภูมิของน้ำในหม้อน้ำ

5.8 แผงควบคุมเครื่องยนต์ (ENGINE PANEL) ติดตั้งตำแหน่งที่เหมาะสมของเครื่องยนต์ประกอบด้วยแผงสำหรับติดตั้งเกจ์ต่าง ๆ หลอดสัญญาณ และชุดสตาร์ทเตอร์เครื่องยนต์ การเดินสายภายในแผงควบคุมจะทำสำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิต

5.9 BATTERIES สำหรับสตารท์เครื่องยนต์จะต้องประกอบด้วยแบตเตอรี่จริง 1 ชุด และสำรอง 1ชุด พร้อมเครื่องอัดแบตเตอรี่ (BATTERY CHARGER) มีกำลังพอที่จะหมุนเพลาข้อเหวี่ยงให้ได้รอบที่ผู้ผลิตแนะนำเป็นเวลานาน 6 ชั่วโมง (หมุน 15 วินาที พัก 15 วินาทีต่อรอบ ในจำนวน 12 รอบต่อเนื่องกัน)

5.10 ระบบระบายความร้อนของเครื่องยนต์ เป็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำแบบ CLOSED CIRCUIT TYPE ประกอบด้วยปั๊มน้ำระบายความร้อน ขับเครื่องยนต์เองและ HEAT EXCHANGER

5.11 ต่อท่อไอเสียจากเครื่องยนต์ เพื่อนำไอเสียไปทิ้งยังบริเวณนอกอาคารที่เหมาะสม โดยใช้ท่อเหล็กชุบสังกะสีชนิดไม่มีตะเข็บ มีขนาดที่ผู้ผลิตแนะนำท่อไอเสียต่อยาวเกิน 4.5 ม. จะต้องขยายขนาดออกอีกหนึ่งขนาดทุก ๆ ความยาวที่เกินไป อีก 1.5 ม. การต่อท่อไอเสียเข้ากับเครื่องยนต์ให้ต่อด้วยท่ออ่อนเหล็กกล้า ไร้สนิม ท่อไอเสีย ต้องหุ้มด้วยฉนวนใยแก้วหนา 2" และหุ้มทับด้วยแผ่นอลูมิเนียมเบอร์ 22 อีกครั้ง

5.12 ถังน้ำมันดีเซล มีขนาดบรรจุพอที่จะเก็บน้ำมันสำหรับใช้ในการวิ่งเครื่องยนต์ดีเซลได้อย่างน้อย 8 ซม. ติดตั้งอยู่เหนือดิน มีทางน้ำมันเข้า, ที่ระบายน้ำมัน, ท่อระบายอากาศ SIGHT GLASS ดูระดับน้ำมันครบชุด

5.13 เครื่องยนต์ดีเซลที่จะใช้ต้องเป็นยี่ห้อที่สามารถซื้ออะไหล่ได้ง่ายในท้องตลาด

6. <u>แผงควบคุมเครื่องสูบน้ำดับเพลิงขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์</u> (FIRE PUMP CONTROOLER)

6.1 แผงควบคุมเครื่องสูบน้ำดับเพลิงจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ NFPA 20

6.2 แผงควบคุมจะต้องเป็นชนิดที่ป้องกันสนิม ฝุ่นและความชื้นได้ และเป็นชนิดที่ประกอบอุปกรณ์และเดินสายไฟเสร็จเรียบร้อยมาจากโรงงานผู้ผลิต และได้รับการรับรองจาก UL แล้ว

6.3 แผงควบคุมจะต้องเป็นแบบ AUTOMATICALLY START เมื่อความดันของน้ำในระบบลดลงต่ำกว่าที่กำหนดไว้ หรือเมื่อได้รับสัญญาณจากที่อื่นตามระบุภายหลัง

6.4 แผงควบคุมจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

- STATUS AND FAILURE LAMPS
- STOP PUSHBUTTON
- BATTERY CHARGER AMMETERS AND VOLTMETERS
- DUAL BATTERY CHARGER
- MANUAL CRANK PUSH BUTTONS
- CONTROL SWITCH
- PROGRAM TIMER FOR WEEKLY AUTOMATIC TEST STARTS
- SOLID STATE CRANK CONTROL AND BATTERY SWITCHING CIRCUIT
- BATTERY CIRCUIT BREAKERS
- CONTROL RELAYS
- FIELD WIRING TERMINAL BAR

- WIRING DIAGRAMS PERMANENTLY ATTACHED, LAMINATED IN PLASTIC
- ENCLOSURE IS HEAVY DUTY, FREE STANDING NEMA 12 CABINET, WITH GASKETED DOOR AND BREAK GLASS OVER CONTROL SWITCH, KEY LOCK DOOR HAST HREE POINT LATCH.

7. <u>มอเตอร์ขับเคลื่อนสูบน้ำดับเพลิงและแผงควบคุม</u>

7.1 มอเตอร์ต้องเป็นแบบ SQUIRREL CAGE INDUCTION MOTOR ชนิดปกปิดมิดชิด ระบายความร้อนด้วยพัดลม (TOTALLY ENCLOSED FAN COOLED MOTER) มีความเร็วรอบและระบบไฟฟ้าทีใช้ตามที่กำหนดในแบบ

7.2 COUPLING สำหรับต่อเนื่องเครื่องสูบน้ำดับเพลิงกับมอเตอร์เป็นแบบ URETHANE มี SERVICE FACTOR อย่างต่ำ 1.5 และจะต้องมีฝาครอบป้องกัน (COUPLING GUARD) ด้วย

7.3 ขนาดของมอเตอร์ตาม NAMEPPLATE RATING จะต้องไม่น้อยกว่าขนาดกำลังที่ใช้ในการขับเครื่องสูบน้ำจนถึง 150% OF RATED CAPACITY และจะต้องมี WINDINGS CONNECTION เหมาะสมกับ STARTER ที่ใช้การเลือกมอเตอร์ของเครื่องสูบน้ำจะต้องเลือกตามลักษณะ NON-OVERLOADING PERFORMANCE CURVE ของเครื่องสูบน้ำ โดยให้มอเตอร์มีขนาดกำลังงานสูงกว่า 115 % ของขนาดกำลังงานที่ใช้ขับเครื่องสูบน้ำ (PUMP BRAKE HORSEPOWER) ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานที่จุดใด ๆ ตาม HEAD CAPATITY CURVE ที่ความเร็วรอบ และขนาดใบพัดที่เลือกไว้ก่อนแล้ว

7.4 แผงควบคุม (CONTROLLER) จะต้องเป็นชนิดที่ออกแบบมาให้กับเครื่องสูบน้ำดับเพลิงโดยเฉพาะ และได้รับการรับรองจากสถาบัน NFPA 20 และ FM แผงควบคุมเป็นแบบ MANUAL AND AUTOMATIC โดยใช้ MOTOR STARTER ชนิด STAR-DELTA ซึ่งมีขนาดเหมาะสมกับขนาดมอเตอร์ที่ใช้ ตัวตู้มีโครงสร้างแบบ NEMA 12, FRONT ACCESS, FLOOR NOUNTED TYPE ขนาดของ CIRCUIT BRAKER จะต้องมีค่า INTERRUPTING CAPACITY ไม่น้อยกว่า 10 KA. SYM. ที่ 380 V. การใช้งานแบบ MANUAL START จะต้องมี START, STOP BUTTONS และ MAUAL OPERATING HANDLE

8. <u>เครื่องสูบน้ำรักษาความดัน และแผงควบคุม</u>

8.1 เครื่องสูบน้ำต้องเป็น NON-OVERLOADING VERTICAL MULTISTAGE CENTRIFUGAL PUMP หรือ REGENERA TIVE TURBINE PUMP ขับด้วยตอเตอร์ไฟฟ้าความเร็วรอบไม่เกิน 3,000 รอบ/นาที มีสมรรถนะไม่ต่ำกว่าที่ระบุไว้ในแบบแปลน

8.2 เครื่องสูบน้ำพร้อมมอเตอร์ จะต้องประกอบติดตั้งมาบนฐานเหล็กอันเดียวกันจากโรงงานผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำ

8.3 การทำงานของเครื่องสูบน้ำเป็นแบบอัตโนมัติ เมื่อความดันของน้ำในระบบต่ำกว่าที่กำหนดและหยุดทำงานเมื่อความดันถึงจุดที่ต้องการรักษาความดันไว้

8.4 มอเตอร์ขับ เป็นชนิดปกปิดมิดชิด (TOTALLY ENCLOSED FAN COOLED) (TEFC TYPE)

การเลือกขนาดมอเตอร์เหมือนกับมอเตอร์ของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

8.5 เครื่องสูบน้ำจะต้องมี RELIEF VALVE เพื่อระบายความดันของน้ำ และ PRESSURE GAUGE

8.6 แผงควบคุมเหมือนของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์

9. <u>ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง</u> (SPRINKLER SYSTEM)

9.1 ข้อกำหนดโดยทั่วไป

(ก) ติดตั้งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ ตามแบบรายละเอียดและข้อกำหนดจนสามารถใช้การได้ สมบูรณ์ตามที่ต้องการ

(ข) มาตรฐานการติดตั้งระบบจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ NFPA 13– STANDARD FOR THE INSTALLATION OF SPRINKLER SYSTEM

(ค) การติดตั้งท่อน้ำ และอุปกรณ์ต่าง ๆ มีรายละเอียดเช่นเดียวกับการติดตั้งระบบท่อยืนและสายส่งน้ำดับเพลิง และการติดตั้งท่อน้ำในหัวข้อ 2 และ 3

(ง) อุปกรณ์ทุกชนิดที่ใช้ในระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง ต้องเป็นของใหม่จากโรงงานผู้ผลิตเดียวกันทั้งหมด และได้รับการรับรองจาก UL หรือ FM ของสหรัฐอเมริกาด้วย

9.2 หัวฉีดน้ำ (SPRINKLER HEAD)

(ก) เป็นชนิดหัวทองเหลือง และชุบโครเมียม ตามที่ระบุไว้ในแบบรายละเอียด และข้อกำหนด

(ข) อุณหภูมิทำงานของหัวฉีดน้ำ (SPRINKLER) ตามที่ระบุให้ใช้ในแบบทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 175 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

(ค) ชิ้นส่วนของหัวฉีดน้ำจะต้องสร้างขึ้น และประกอบกันตามมาตรฐาน และผ่านการรับรองจาก UL และ FM ของสหรัฐอเมริกาแล้วซึ่งประกอบด้วนส่วนสำคัญ ๆ เช่น แผ่นหักเหทิศทางน้ำ (DEFLECTOR), กระเปาะแก้วบรรจุสี (FRANGIBLE Bulb) แสดงอุณหภูมิการทำงาน, Orifice, Valve, Frame or Yoke, ตัวเรือน (Body)

(ช) ที่หัวฉีดน้ำจะต้องมีตัวเลขแสดงอุณหภูมิการทำงานของประเปาะแก้ว (Temperature) Rating) เป็นองศาฟาเรนไฮต์ หรือเซลเซียสอย่างใด อย่างหนึ่ง และจะต้องมีตัวเลขบอกปีที่ผลิตพิมพ์ดีดไว้ที่ Frame หรือตัวเรือนอีกด้วย

9.3 หัวสปริงเกลอน้ำสำรอง ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาหัวสปริงเกลอน้ำสำรองจำนวน 24 หัว ซึ่งมีขนาด อุณหภูมิการทำงาน และคุณสมบัติอื่น ๆ เช่นเดียวกันกับที่ติดตั้งในระบบพร้อมกับตู้บรรจุและประแจพิเศษสำหรับใช้ในการถอด และติดตั้งหัวสปริงเกลอสำรอง

9.4 การติดตั้งท่อน้ำในระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง

(ก) การติดตั้งท่อน้ำและอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ มีรายละเอียดเช่นเดียวกับการติดตั้งระบบท่อน้ำดับเพลิง สายส่งน้ำดับเพลิง

(ข) การแขวนท่อ และรองรับท่อ (HANGER) สำหรับท่อในแนวขวาง (CROSS MAIN) แขวนท่อทุก ๆ ของท่อแยก (BRANCH LINE)

- ระยะแขวนบนท่อแยก (BRANCH LINE) ระหว่างศูนย์กลางของหัวฉีดน้ำบนหัวหงาย กับที่แขวนท่อจะต้องไม่น้อยกว่า 3 นิ้ว (76 มม.)

- ความยาวของท่อแยกจากจุดที่แขวนท่อน้ำอันสุดท้ายของท่อแยกจะต้องไม่มากกว่า 35 นิ้ว (914 มม.) สำหรับท่อแยกขนาด 1 นิ้ว หรือ 48 นิ้ว (1219 มม.) สำหรับท่อแยกขนาด 1 1/4 นิ้ว ในกรณีที่มีความยาวเกินกว่านี้จะต้องเพิ่มที่แขวนท่อรองรับที่ปลายของท่อแยกด้วย

(ค) ระยะลาดเอียง ของท่อแยก, ท่อขวาง, และ FEED MAIN

- การแขวนท่อน้ำในระบบฉีดน้ำโดยอัตโนมัติ จะต้องมีความลาดเอียงเพียงพอเพื่อระบายน้ำในระบบทิ้ง

- ความลาดเอียงของท่อแยก (BRANCH LINE) ไปยังท่อขวาง (CROSS MAIN) จะต้องไม่น้อยกว่า 1 : 250 และไม่น้อยกว่า 1 : 500 สำหรับท่อแยกช่วงสั้น ๆ

- ความลาดเอียงของท่อขวาง (CROSS MAIN)และความลาดเอียงของท่อ FEED MAIN ไปยังท่อ RISER จะต้องไม่น้อยกว่า 1 : 500

10. <u>ระบบวาล์วสัญญาณ</u> (WET TYPE ALARM VALVE)

ก. ทั่วไป

- เป็นวาล์วควบคุมการเปิดน้ำเข้าระบบท่อยืน และสายส่งน้ำดับเพลิง

- วาล์วจะเป็นแบบติดตั้งในแนวดิ่ง หรือแนวนอนตามที่ระบุในแบบตัวเรือน (Body) เป็นเหล็กหล่อ และมีลิ้นวาล์ว (Clapper) เป็นทองเหลือง ที่ตัวเรือนของ Alarm Valve จะต้องมีฝาปิดเปิด (handlhole Cover) ยึดติดกับตัวเรือนด้วย Nut โดยมีซีลยางกันรั่วรองรับอยู่เพื่อใช้ตรวจทำความสะอาดอุปกรณ์ภายใน

- รายละเอียดการติดตั้ง Alarm Valve ร่วมกับอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยทั่วไปเพื่อระบบทำงานได้อย่างสมบูรณ์ เช่นในแบบรายละเอียดวาล์วจะต้องทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 175 ปอนด์ต่อ ตร.นิ้ว

ข. ระฆังน้ำ (Water Motor Gong)

- จะต้องติดตั้งในตำแหน่งตามตำแหน่งที่ปรากฏในแบบ
- ระฆังน้ำจะต้องทำงานทันทีเมื่อ Valve เปิด และน้ำไหลเข้าสู่ระบบท่อน้ำดับเพลิง
- ท่อระบายน้ำทิ้งเมื่อผ่านเข้าระฆังน้ำแล้วจะต้องต่อท่อระบายน้ำทิ้งออกไปยังท่อระบายน้ำรวมของระบบ

11. <u>การทดสอบระบบ</u>

ก. ทั่วไป

ให้ทดสอบด้วยกำลังอัดดันของน้ำในระหว่างการติดตั้ง และภายหลังการติดตั้งระบบท่อยืนแล้ว รวมถึงการล้างท่อน้ำ ภายหลังการติดตั้งด้วยเครื่องสูบน้ำ

ข. การทดสอบระบบท่อน้ำ

ระบบท่อยืนที่ติดตั้งเสร็จแล้ว จะต้องได้รับการทดสอบด้วยแรงดันของน้ำ โดยอัดน้ำเข้าไปในระบบท่อน้ำทั้งหมดด้วยความดันไม่น้อยกว่า 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ระบบท่อยืนทั้งหมดจะต้องไม่มีการรั่วของน้ำปรากฏให้เห็น

12. <u>การล้างท่อน้ำ</u>

(ก) ให้ล้างระบบท่อน้ำที่ติดตั้งเสร็จเป็นส่วน ๆ โดยกำหนดให้มีอัตราการไหลของน้ำตามขนาดท่อที่ระบุในข้อต่อไป

(ข) อัตราการไหลของน้ำในการล้างท่อต่อเส้นศูนย์กลางท่อ

ขนาดท่อ (<u>มิลลิเมตร</u>)	อัตราการไหลของน้ำ (<u>ยูเอสแกลลอนต่อนาที</u>)
100 (4 นิ้ว)	400
150 (6 นิ้ว)	750
200 (8 นิ้ว)	1,000

สำหรับท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3" หรือเล็กกว่า ให้ล้างท่อโดยให้มีความเร็วของน้ำภายในท่อไม่น้อยกว่า 3 เมตร/วินาที

13. GRAPHIC ANNUAGIATOR

ให้ติดตั้ง GRAPHIC ANNUAGIATOR เพื่อแสดงการทำงานของระบบดับเพลิงทั้งหมด

14. ระบบป้องกันอัคคีภัยโดยใช้ CLEAN AGENT FIRE EXTINGUISHING SYSTEM (FM200)

14.1 ความต้องการทั่วไป

14.1.1 ให้เสนอรายละเอียด, เอกสารรายการคำนวณ, และรายละเอียดอุปกรณ์ แสดงรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบดับเพลิงอัตโนมัติ FM200 (Heptafluoropropane, CF_3 $CHFCF_3$) เพื่อนำมาพิจารณาสำหรับการขออนุมัติใช้งานและติดตั้ง

14.1.2 จัดหาและติดตั้งระบบดับเพลิงโดยใช้ FM200 ตามมาตรฐาน NFPA 2001 ฉบับล่าสุด และข้อกำหนดจนสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

14.1.3 ระบบดับเพลิงเป็นแบบ Fixed Pipe, Total Flooding System

14.1.4 จัดหาและติดตั้งที่รองรับต่างๆ ที่จำเป็นทั้งหมดสำหรับอุปกรณ์ และท่อดับเพลิง

14.1.5 ทำการตรวจสอบประสานงานกับงานก่อสร้างอาคาร และระบบงานติดตั้งอื่นๆ

14.1.6 ประสานงานกับงานติดตั้งระบบไฟฟ้าของอาคารในการเดินสายไฟฟ้า เพื่อจ่ายกำลังไฟฟ้า หรือสายสัญญาณสำหรับระบบควบคุม FM200

14.1.7 จัดทำแบบก่อสร้าง (Shop Drawing) และแบบก่อสร้างจริง (As-Built Drawing)

14.1.8 ทำการตรวจสอบรายละเอียดที่ปรากฏในแบบและรายการให้ถี่ถ้วน รวมทั้งแบบสถาปัตย์ วิศวกรรมโครงสร้าง วิศวกรรมไฟฟ้า สุขาภิบาล และปรับอากาศ

14.1.9 ทำความสะอาด และทดสอบการทำงานของระบบ

14.2 มาตรฐานการติดตั้งระบบ

14.2.1 NFPA 2001 (Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems)

14.2.2 NFPA 2002 (Recommended Practice for Comparison of Fire Suppression System Properties)

14.2.3 NFPA 70 (National Electric Code)

14.2.4 NFPA 72A (Local Protective Signaling Systems)

14.2.5 NFPA 72B (Auxiliary Protective Signaling Systems)

14.2.6 NFPA 72C (Remote Station Protective Signaling Systems)

14.2.7 NFPA 72D (Proprietary Protective Signaling Systems)

14.2.8 NFPA 72E (Automatic Fire Detectors)

14.2.9 Factory Mutual System (FM)

14.2.10 Underwriters Laboratories (UL)

14.2.11 Department of Transportation (DOT) : Title 49 Code of Federal Regulations

14.2.12 National Electrical Manufacturer's Association (NEMA)

14.2.13 Federal Communications Commission (FCC) : Class A Computing Services

14.2.14 American Society of Testing and Material (ASTM)

14.2.15 American National Standards Institute (ANSI)

14.3 อุปกรณ์ต่างๆ สำหรับระบบดับเพลิง

14.3.1 อุปกรณ์ต่างๆ สำหรับระบบดับเพลิง อันได้แก่ ถัง FM200, หัวฉีด, วาล์วควบคุม, อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณควัน, แผงควบคุม, Manual Release Station, Abort Switch, Alarm Bell, Alarm Horn, Flashing Lamp ฯลฯ จะต้องเป็นของใหม่แบบล่าสุดได้มาตรฐานไม่เคยผ่านการใช้งานที่ใดมาก่อน และอยู่ในสภาพดี ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจะต้องได้รับการทดสอบ และรับรองจากสถาบัน UL และ/หรือ FM

14.3.2 แผงควบคุมการทำงานของระบบ (FM200 Control Panel)

ก. เป็นตู้ควบคุมการทำงานด้วยระบบ Microprocessor

ข. สามารถโปรแกรมการทำงานของระบบเป็นแบบ Cross-Zone โดยมีวงจรตั้งเวลาหน่วงการฉีดแก๊สได้ 0,10,20 หรือ 30 วินาที

ค. การออกแบบการฉีดแก๊สเป็นแบบ Total Flooding System ตามมาตรฐาน NFPA-2001 โดยใช้ความเข้มข้นของแก๊ส FM200 ไม่น้อยกว่า 6.25% และไม่เกิน 7.5%

ง. มีวงจรรับสัญญาณจากตั้งจับสัญญาณเพลิงไหม้ (Detector) ได้อย่างน้อย 2 วงจร

จ. มีวงจรส่งสัญญาณเสียง (Notification Appliance) อย่างน้อย 2 วงจร

ฉ. มีวงจรรับสัญญาณตรวจสอบ (Supervisory) สำหรับ (Pressure Switch)

ช. มีวงจรส่งสัญญาณให้ฉีดแก๊สอย่างน้อย 2 วงจร

ซ. สามารถตรวจสอบวงจรต่างๆ ได้ทั้งการลัดวงจรและสายสัญญาณขาด

ฌ. มีวงจรรับสัญญาณจากสวิทซ์หน่วงเวลา (Abort Switch) และสวิทซ์สั่งฉีดแก๊ส (Manual Release Station)

ญ. มีหลอดไฟ LED แสดงการทำงานและความบกพร่องของระบบอย่างครบถ้วน เช่น

- หลอดสัญญาณจ่ายไฟฟ้า 220 VAC ให้ตู้ควบคุม (AC Power)
- หลอดสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (System Alarm)
- หลอดแสดงความบกพร่องของระบบ (System Trouble)

ฎ. มีสวิทซ์ควบคุมการทำงานของแผงควบคุม ดังนี้

- สวิทซ์ตัดเสียงสัญญาณของตู้ควบคุม (Tone Silence)
- สวิทซ์ตัดเสียงสัญญาณกระดิ่ง (Alarm Silence)
- สวิทซ์เปิดเสียงสัญญาณกระดิ่ง (Alarm Activate)

- สวิทซ์เริ่มระบบใหม่ (System Reset)

ฎ. แผงควบคุมจะต้องได้รับการรับรองจาก UL และ/หรือ FM

14.3.3 แบตเตอรี่สำหรับแผงควบคุม จะต้องสำรองกระแสไฟฟ้าไว้ได้อย่างน้อย 24 ชั่วโมง บวกกับ 30 นาที Full Alarm Load หรือ 60 ชั่วโมงบวกกับ 10 นาที Full Alarm Load

14.3.4 ถังบรรจุแก๊ส FM200 (FM200 Storage Container)

ก. ถังบรรจุแก๊สจะต้องมีเกจ์วัดความดัน เพื่อแสดงความดันของแก๊สภายในถัง

ข. ระบบนิรภัยของถังบรรจุแก๊ส ถังบรรจุแก๊สจะต้องมีระบบนิรภัยเพื่อระบายความดันภายในถังเมื่อความดันในถังเพิ่มสูงเกินกว่าค่าที่กำหนด

ค. ระบบวาล์วที่แก๊สไหลผ่านใช้ได้ทั้งชนิดที่แก๊สไหลไปในทิศทางเดียวกับถัง FM200 หรือชนิดที่ออกให้แก๊สไหลออกจากวาล์วทำมุมกับตัวถัง

ง. ระบบวาล์วหัวถังจะต้องออกแบบอย่างดีโดยใช้ระบบ Solenoid Valve และจะต้องสามารถทำการเปิดวาล์วแบบฉุกเฉินได้ (Manual)

จ. ถังบรรจุแก๊สจะต้องมี Pressure Switch เพื่อเตือนให้รู้กรณีที่มีการรั่วซึม ได้รับการรับรองจาก UL และ/หรือ FM

ฉ. ถังบรรจุแก๊สจะต้องมี Agent Release Module ทำหน้าที่ควบคุมการฉีดแก๊ส ต้องได้รับการรับรองจาก UL และ/หรือ FM

ช. ถังบรรจุแก๊สจะต้องผลิตตามมาตรฐาน DOT (Department of Transportation) และได้รับการรับรองจาก UL และ/หรือ FM

14.3.5 เครื่องตรวจจับควัน (Smoke Detector)

ก. เป็นเครื่องตรวจจับควันแบบ Conventional Photoelectric Smoke Detector

ข. มีหลอด LED ซึ่งจะกระพริบเมื่ออยู่ในสภาวะปกติ และจะติดสว่างต่อเนื่องเมื่อตรวจจับควันได้

ค. ทนต่อกระแสลม 3000 FPM. แรงดันไฟฟ้าที่ใช้ระหว่าง 17-27 VDC

ง. ได้รับการรับรองจาก UL และ/หรือ FM

14.3.6 สวิทซ์หน่วงเวลา (Abort Switch)

ก. เป็นสวิทซ์หน่วงเวลาการทำงานอัตโนมัติของระบบแบบ Push Button

ข. ได้รับการรับรองจาก UL และ/หรือ FM

ค. เป็นชนิด Dead Man Type

14.3.7 อุปกรณ์ควบคุมการฉีดแก๊สด้วยมือ (Manual Release Station)

ก. อุปกรณ์ควบคุมนี้จะใช้เมื่อต้องการให้ระบบฉีดแก๊สทันที โดยไม่ต้องรอการนับเวลาฉีดอัตโนมัติที่ตั้งไว้ อุปกรณ์ควบคุมนี้เป็นแบบ Push Button หรือ Manual Pull

ข. ได้รับการรับรองจาก UL และ/หรือ FM

14.3.8 กระดิ่งสัญญาณ (Alarm Bell)

ก. มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 150 มิลลิเมตร (6นิ้ว)

ข. สามารถใช้กับแรงดันไฟฟ้า 24 VDC / เป็นแบบ Polarized

ค. มีความดังไม่น้อยกว่า 85 เดซิเบล

ง. ได้รับการรับรองจาก UL และ/หรือ FM

14.3.9 Combination Lamp & Horn

ก. สัญญาณ Horn จะต้องดังไม่น้อยกว่า 97 เดซิเบล

ข. มีไฟแฟลชกระพริบติดให้เห็นเด่นชัด

ค. ใช้กับแรงดัน 24 V

ง. ได้รับการรับรองจาก UL และ/หรือ FM

14.3.10 หัวฉีดจ่ายแก๊ส (Discharge Nozzle)

ก. เป็นชนิดอลูมิเนียม, ทองเหลือง หรือแสตนเลส และเป็นชนิดที่ออกแบบมาสำหรับใช้กับระบบดับเพลิง FM200 โดยเฉพาะ

ข. ฉีดแก๊สได้ 360° และไม่ทำให้ฝ้าเพดานเสียหายเนื่องจากการฉีดแก๊ส

ค. การต่อหัวฉีดเข้ากับระบบท่อให้ใช้การต่อแบบเกลียวเท่านั้น

ง. สำหรับหัวฉีดที่ติดกับฝ้าจะต้องมีแผ่นแสตนเลสกลมปิดรูฝ้าให้เรียบร้อยด้วย

จ. อุปกรณ์ทุกชิ้นส่วน จะต้องได้รับการรับรองจาก UL และ/หรือ FM

14.3.11 ท่อแก๊ส FM200

ก. เป็นท่อ Black Steel Pipe Schedule40 ตามมาตรฐาน ASTM A-53 Grade A

ข. ภายในระบบท่อจะต้องตรวจสอบ และทำความสะอาดจนปราศจากเศษวัสดุ เพื่อป้องกันการอุดตันของหัวฉีด

14.3.12 ป้ายสัญญาณเตือน (Warning Sign)

ก. จัดหาและติดตั้งป้ายสัญญาณเตือน ติดตั้งไว้ที่บริเวณประตูทั้งในและนอกห้อง ในตำแหน่งที่เห็นได้ชัดเจน สำหรับขนาดและชนิดวัสดุของป้ายให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต

14.4 ระบบไฟฟ้า

14.4.1 การติดตั้งอุปกรณ์ในระบบจะต้องเป็นมาตรฐาน NFPA-2001 และการเดินสายไฟฟ้าต่างๆ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2545 อย่างเคร่งครัด

14.4.2 การเดินสายไฟฟ้าให้ร้อยในท่อร้อยสายไฟฟ้า EMT ขนาดที่เหมาะสมที่เดินลอยในผนัง และซ่อนใต้ฝ้าเพดาน

14.4.3 สายไฟฟ้าใช้สายชนิด และ ขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า ตามที่ระบุในแบบ ทั้งนี้ต้องไม่น้อยกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร

14.4.4 ท่อร้อยสายไฟฟ้าให้ยึดด้วย Strap ขนาดที่เหมาะสมกับท่ออย่างแข็งแรง

14.4.5 การต่อสายไฟฟ้าจะต่อได้เฉพาะในกล่องต่อสายหรือในตู้ควบคุมเท่านั้น

14.5 การทดสอบระบบ FM200

14.5.1 ระบบท่อแก๊สที่ติดตั้งเสร็จแล้ว จะต้องได้รับการทดสอบด้วยความดันของอากาศไม่น้อยกว่า 1,030 กิโลปาสคาล (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) โดยความดันจะต้องไม่ตกภายใน 24 ชม. หากรั่วให้ตรวจด้วยน้ำสบู่และรีบดำเนินการซ่อมแล้วเสร็จ ให้ทดลองอีกครั้งหนึ่งเป็นเวลา 24 ชม. จนกว่าจะไม่มีการรั่ว

14.5.2 จะต้องทดสอบระบบการทำงานในแต่ละขั้นตอนให้ถูกต้องตามไดอะแกรมทุกขั้นตอน

14.5.3 จะต้องทดสอบขณะมีไฟฟ้า และเมื่อไฟฟ้าของการไฟฟ้าดับ

14.6 การรับประกัน

14.6 ผู้รับจ้างจะต้องทำการตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบดับเพลิงอัตโนมัติ FM200 โดยตรวจสอบทุกระยะ 4 เดือน เป็นเวลา 1 ปี

14.7 ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันอุปกรณ์ต่างๆ หากเกิดการเสียหายเนื่องจากการใช้งานปกติเป็นระยะเวลา 1 ปี หลังการตรวจรับงาน

14.7 คู่มือการใช้งาน

14.7.1 ผู้รับจ้างจะต้องอธิบาย แนะนำวิธีการใช้งานต่อเจ้าหน้าที่ซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบในการดูแลระบบดับเพลิงอัตโนมัติ FM200 จนเข้าใจ และสามารถปฏิบัติงานได้

14.7.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งคู่มือการใช้งาน และการบำรุงรักษาระบบอย่างน้อย 5 ชุด

14.7.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแบบจริงอย่างน้อย 5 ชุด

15. ข้อกำหนดสำหรับระบบดับเพลิงอัตโนมัติก๊าซ CO_2 แรงดันสูง

(High Pressure CO_2 Fire Extinguisher System)

1. ขอบเขตของงาน

ให้ผู้รับจ้างดำเนินการออกแบบและติดตั้งระบบดับเพลิงอัตโนมัติด้วยก๊าซ CO_2 แรงดันสูง ตามพื้นที่ที่กำหนด

2. ข้อกำหนดทั่วไป

2.1 ผู้รับจ้างจะต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายอย่างเป็นทางการของผู้ผลิตระบบดังกล่าว โดยจะต้องสามารถคำนวณปริมาณก๊าซ อัตราการไหล ออกแบบระบบท่อ ระบบควบคุม และเลือกใช้อุปกรณ์ให้ระบบ ทำงานได้ตามมาตรฐาน

2.2 ผู้รับจ้างจะต้องแสดงการคำนวณประมาณก๊าซ ภาพ Isometric ของระบบท่อ ขนาดของท่อที่ใช้ขนาด Orifice ของหัวฉีด ระยะเวลาในการฉีด การคำนวณอัตราการไหล โดยใช้วิธีการคำนวณตามมาตรฐาน NFPA 12 หรือใช้ซอฟต์แวร์มาตรฐานของผู้ผลิต

2.3 จัดหาและติดตั้งที่รองรับต่าง ๆ ที่จำเป็นทั้งหมดสำหรับอุปกรณ์ และท่อดับเพลิง

2.4 ทำการตรวจสอบประสานงานกับงานก่อสร้างอาคาร และระบบงานติดตั้งอื่น ๆ

2.5 ประสานงานกับงานติดตั้งระบบไฟฟ้าของอาคารในการเดินสายไฟฟ้า เพื่อจ่ายกำลังไฟฟ้า หรือสายสัญญาณสำหรับระบบควบคุมการฉีดแก๊ส

2.6 จัดทำแบบก่อสร้าง (Shop Drawing) และแบบก่อสร้างจริง (As-Built Drawing)

2.7 ทำการตรวจสอบรายละเอียดที่ปรากฏในแบบและรายการให้ถี่ถ้วน รวมทั้งแบบสถาปัตย์โครงสร้าง ไฟฟ้า สุขาภิบาลและปรับอากาศ

2.8 ทำความสะอาด และทดสอบการทำงานของระบบ

3. มาตรฐานการติดตั้งระบบ

3.1 NFPA 12 (Standard for CO2 fire Extinguisher System)

3.2 NFPA 70 (National Electric Code)

3.3 NFPA 72A (Local Protective Signaling Systems)

3.4 NFPA 72B (Auxiliary Protective Signaling Systems)

3.5 NFPA 72C (Remote Station Protective Signaling Systems)

3.6 NFPA 72D (Proprietary Protective Signaling Systems)

3.7 NFPA 72E (Automatic Fire Detectors)

3.8 Factory Mutual System (FM)

3.9 Underwriters Laboratories (UL)

3.10 Department of Transportation (DOT) : Title 49 Code of Federal Regulations

3.11 National Electrical Manufacturer's Association (NEMA)

3.12 Federal Communications Commission (FCC) : Class A Computing Services

3.13 American Society of Testing and Material (ASTM)

3.14 American National Standards Institute (ANSI)

3.15 มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

3.16 มาตรฐานการติดตั้งระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

4. ประเภทของระบบ

ระบบดับเพลิงอัตโนมัติด้วยก๊าซ CO_2 จะต้องใช้วิธีการดับเพลิงแบบ Total Flooding โดยใช้ความเข้มข้นของก๊าซ ไม่น้อยกว่า 34% โดยปริมาตรของอากาศในห้องที่อุณหภูมิ 20°C ใช้เวลาในการฉีดก๊าซให้ได้ความเข้มข้นดังกล่าวภายในระยะเวลา 60 วินาที ระบบอาจต้องฉีดก๊าซเพิ่มเติมต่อจากนั้น เพื่อชดเชยการรั่วของอากาศ ผ่านช่องเปิดที่ไม่สามารถปิดที่ได้สนิท

5. ข้อกำหนดของอุปกรณ์

อุปกรณ์ต่างๆจะต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อนและได้มาตรฐาน UL และ/หรือ FM

5.1 ถังบรรจุก๊าซ CO_2

ก. ถังจะต้องผลิตได้มาตรฐานและทดสอบตาม Department of Transportation (DOT)

ข. ถังจะต้องทำด้วยเหล็กกล้า (Steel)

ค. ถังจะเคลือบด้วยสีสังเคราะห์และอบที่สีแดงตามมาตรฐาน

ง. ถังจะยังสามารถรักษาความดันให้อยู่ในช่วงปกติได้ในอุณหภูมิระหว่าง -20°C ถึง 55°C

จ. มีการทดสอบความดันที่ 240 บาร์ เป็นอย่างน้อย บรรจุแก๊ส (Fill Density) ไม่เกิน 0.661 กิโลกรัม/ลิตร (62.30 ปอนด์ /ลูกบาศก์ฟุต)

ฉ. จะต้องมี Safety disc ซึ่งจะแตกออกเมื่อความดันในถังระหว่าง 180 บาร์ ถึง 205 บาร์ เพื่อป้องกันความเสียหายของถังและอันตรายจากถังระเบิด

5.2 วาล์วเปิดปิดก๊าซที่หัวถัง

- จะต้องทำด้วยทองเหลือง ไม่มีชิ้นส่วนที่ต้องเปลี่ยนเมื่อฉีดก๊าซและเติมก๊าซโดยวิธีปกติ

5.3 N2-PILOT CYLINDER

- เป็นถังขนาดเล็กอัดด้วยแก๊สไนโตรเจน เพื่อใช้แรงดันของแก๊สไนโตรเจนไปควบคุมการฉีดของถังเก็บ GAS CO_2 ฉีดออกมาพร้อมๆ กัน ตัวถัง PILOT CYLINDER สามารถทนแรงดันได้อย่างน้อย 250 BAR โดยอัดแก๊สไนโตรเจนที่แรงดัน 65 BAR ที่ 20°C

5.4 SOLENOID VALVE

- เป็นอุปกรณ์ควบคุมการฉีดที่ PILOT CYLINDER ใช้แรงดันไฟฟ้า 24 VDC โดยรับสัญญาณ จากตู้ควบคุม เมื่อ SOLENOID ทำงานแล้ว สามารถ RESET ให้ใช้งานได้เหมือนเดิม

5.5 ท่ออ่อนสำหรับส่งก๊าซ

- เป็นอุปกรณ์ซึ่งต่อระหว่างถัง CO_2 กับ DISCHARGE PIPE, ขนาดและรายละเอียดเหมาะสมกับวาล์วเปิดปิดก๊าซหัวถังสามารถทนแรงดันระเบิด (Burst pressure) ได้ไม่ต่ำกว่า 340 Bar (5,000 PSI)

5.6 หัวฉีด

- สำหรับกระจายก๊าซให้สม่ำเสมอ หัวฉีดจะต้องทำจากทองเหลืองโดยมี Horn ครอบเอาไว้เพื่อควบคุมการกระจายของ Gas ให้กระจายไปในทิศทางที่ต้องการ

5.7 เครื่องตรวจจับควัน (Smoke Detector)

ก. เป็นเครื่องตรวจจับควันแบบ Low-Profile, Plug-in, Photoelectric หรือ Ionization Smoke Detector

ข. มีหลอด LED ซึ่งจะกระพริบเมื่ออยู่ในสภาวะปกติ และจะติดสว่างต่อเนื่องเมื่อตรวจจับควันได้

ค. มี Sensor ที่สามารถตรวจสอบวัดค่าความสกปรก เพื่อเป็นข้อมูลไปยังตู้ควบคุมทำให้ทราบสภาวะของเครื่องจับควัน

ง. ทนต่อกระแสลม 0-4000 FPM. สำหรับ Photoelectric และ 0-1500 FPM. สำหรับ Ionization กระแสไฟที่ใช้ระหว่าง 15-32 VDC

จ. ได้รับการรับรองจาก UL และหรือ FM

5.8 สวิทซ์หน่วงเวลา (Abort Swith)

ก. เป็นสวิทซ์หน่วงเวลาการทำงานอัตโนมัติของระบบแบบปุ่มกด หรือสวิทซ์โยก

ข. ได้รับการรับรองจาก UL และ/หรือ FM

ค. เป็นชนิด Dead Man Type

5.9 อุปกรณ์ควบคุมการฉีดแก๊สด้วยมือ (Manjual Release Station)

ก. อุปกรณ์ควบคุมนี้จะใช้เมื่อต้องการให้ระบบฉีดแก๊สทันที โดยไม่ต้องรอการนับเวลาฉีดอัตโนมัติที่ตั้งไว้ อุปกรณ์ควบคุมนี้เป็นแบบ Push Button หรือ Manual Pull

ข. ได้รับการรับรองจาก UL และ/หรือ FM

5.10 กระดิ่งสัญญาณ (Alarm Bell)

ก. มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว)

ข. สามารถใช้กับแรงดันไฟฟ้า 24 VDC /เป็นแบบ Polarized

ค. มีความดังไม่น้อยกว่า 85 เดซิเบล

ง. ได้รับการรับรองจาก UL และ/หรือ FM

5.11 Combination Lamp & Horn

ก. สัญญาณ Horn จะต้องดังไม่น้อยกว่า 97 เดซิเบล

ข. มีแฟลชกระพริบติดให้เห็นเด่นชัด

ค. ใช้กับแรงดัน 24 V

ง. ได้รับการรับรองจาก UL และ/หรือ FM

5.12 ตู้ควบคุมการฉีดแก๊ส

ฎ. เป็นตู้ควบคุมการทำงานด้วยระบบ Microprocessor

ฏ. สามารถโปรแกรมการทำงานของระบบเป็นแบบ Cross-Zone โดยมีวงจรตั้งเวลาหน่วงการฉีดแก๊สได้ 0,10,20 หรือ 30 วินาที

ฐ. มีวงจรรับสัญญาณจากตั้งจับสัญญาณเพลิงไหม้ (Detector) ได้อย่างน้อย 2 วงจร

ฑ. มีวงจรส่งสัญญาณเสียง (Notification Appliance) อย่างน้อย 2 วงจร

ฒ. มีวงจรรับสัญญาณตรวจสอบ (Supervisory) สำหรับ (Pressure Switch)

ณ. มีวงจรส่งสัญญาณให้ฉีดแก๊สอย่างน้อย 2 วงจร

ด. สามารถตรวจสอบวงจรต่างๆ ได้ทั้งการลัดวงจรและสายสัญญาณขาด

ต. มีวงจรรับสัญญาณจากสวิทซ์หน่วงเวลา (Abort Switch) และสวิทซ์สั่งฉีดแก๊ส (Manual Release)

ถ. มีหลอดไฟ LED แสดงการทำงานและความบกพร่องของระบบอย่างครบถ้วน เช่น

- หลอดสัญญาณจ่ายไฟฟ้า 220 VAC ให้ตู้ควบคุม
- หลอดสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้
- หลอดแสดงความบกพร่องของระบบ

ญ. มีสวิทซ์ควบคุมการทำงานของแผงควบคุม ดังนี้

- สวิทซ์ตัดเสียงสัญญาณของตู้ควบคุม (Tone Silence)
- สวิทซ์ตัดเสียงสัญญาณกระดิ่ง (Alarm Silence)
- สวิทซ์เปิดเสียงสัญญาณกระดิ่ง (Alarm Activate)
- สวิทซ์เริ่มระบบใหม่ (System Reset)

ฎ. มีวงจรชาร์ทไฟ 24 VDC พร้อมแบตเตอรี่ชนิด Seal lead สามารถจ่ายไฟให้กับระบบในกรณีดับไฟฟ้าดับได้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง บวกกับ 30 นาที ในกรณีที่ระบบทำงาน (Full Alarm Load)

5.13 ท่อจ่ายแก๊ส

ก. เป็นท่อ Black Stell Pipe ตามมาตรฐาน ASTM A-53 or ASTM A 106 Grade A หรือ Grade B สำหรับท่อขนาด ∅ 20 มม. (3/4") ลงมาให้ใช้ Schedule 40, ขนาดตั้งแต่ ∅25 มม. (∅ 1") ขึ้นไปให้ใช้ Schedule 80

ข. อุปกรณ์ข้อต่อให้ใช้เป็นแบบข้อต่อเกลียวเหล็กเหนียว (Malleable threaded Fittings) Class 300 ปอนด์ สำหรับท่อขนาด ∅ 50 มม. (2 นิ้ว) ลงมา ท่อตั้งแต่ขนาด ∅ 65 มม. (2 ½") ให้ใช้ IPS หรือ Forged Steel Fitting

ค. ภายในระบบท่อจะต้องตรวจสอบ และทำความสะอาดจนปราศจากเศษวัสดุ เพื่อป้องกันการอุดตันของหัวฉีด

5.14 ป้ายสัญญาณเตือน (Warning Sign)

- จัดหาและติดตั้งป้ายสัญญาณเตือน ติดตั้งไว้ที่บริเวณประตูทั้งในและนอกห้อง ในตำแหน่งที่เห็นได้ชัดเจนสำหรับขนาดและชนิดวัสดุของป้ายให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต

5.15 แผง Graphic Annuciator

ก. เป็นตู้แสดงแผนผังของห้องขนาด A-2, แสดงแผนผัง แสดงตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆครบถ้วนหน้าแผงมี LED สีแดง แสดงการจับสัญญาณควันของ Smoke Detector แต่ละตัว ตามตำแหน่งที่ติดตั้งจริง

ข. หน้าแผงมี LED สีแดงและสีเหลือง แสดงสัญญาณ Common Alarm และ Common Trouble

ค. หน้าแผงมี LED สีเขียว แสดงว่ามีไฟ 24 VDC มาจ่ายให้กับแผงอยู่

ง. หน้าแผงมี ปุ่ม Test Lamp เพื่อทดสอบหลอด LED

จ. ภายในจะประกอบไปด้วย แผนวงจรที่ Remote สัญญาณจากแผงควบคุมหลักซึ่งแผงวงจรนี้

ต้องเป็นแผงที่เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับแผงควบคุมหลัก

ฉ. ตำแหน่งติดตั้งให้ดูจากแบบ

6. ระบบไฟฟ้า

6.1 การติดตั้งอุปกรณ์ในระบบจะต้องเป็นมาตรฐาน NFPA-2001 และการเดินสายไฟฟ้าต่างๆต้องเป็นไปตามมาตรฐานของการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2545 อย่างเคร่งครัด

6.2 การเดินสายไฟฟ้าให้ร้อยท่อร้อยสายไฟฟ้า EMT ขนาดที่เหมาะสมที่เดินลอยในผนัง และซ่อนใต้ผ้าเพดาน

6.3 สายไฟฟ้าให้สายชนิด และ ขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า ตามที่ระบุในแบบ ทั้งนี้ต้องไม่น้อยกว่า 1.5 ตารางมิลิเมตร

6.4 ท่อร้อยสายไฟฟ้าให้ยึดด้วย Strap ขนาดที่เหมาะสมกับท่ออย่างแข็งแรง

6.5 การต่อสายไฟฟ้าจะต่อได้เฉพาะในกล่องต่อสายหรือในตู้ควบคุมเท่านั้น

7. การทดสอบระบบ CO2

7.1 ระบบท่อแก๊สที่ติดตั้งเสร็จแล้ว จะต้องได้รับการทดสอบด้วยความดันของอากาศไม่น้อยกว่า 1,030 กิโลปาสคาล (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 10 นาที โดยความดันของอากาศต้องไม่ลดลง เกินกว่า 20% ของความดันทดสอบ

7.2 จะต้องทดสอบระบบการทำงานในแต่ละขั้นตอนให้ถูกต้องตามไดอะแกรมทุกขั้นตอน

7.3 จะต้องทดสอบขณะมีไฟฟ้า และเมื่อไฟฟ้าของการไฟฟ้าดับ

8. การรับประกัน

8.1 ผู้รับจ้างจะต้องทำการตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบดับเพลิงอัตโนมัติ CO_2 โดยตรวจสอบทุกระยะ 4 เดือน เป็นเวลา 1 ปี

8.2 ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันอุปกรณ์ต่างๆหากเกินการเสียหายเนื่องจากใช้งานปกติเป็นระยะเวลา 1 ปีหลังการตรวจรับงาน

9. คู่มือการใช้งาน

9.1 ผู้รับจ้างจะต้องอธิบาย แนะนำวิธีการใช้งานต่อเจ้าหน้าที่ซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบในการดูแลระบบดับเพลิงอัตโนมัติ CO_2 จนเข้าใจ และสามารถปฏิบัติงานได้

9.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งคู่มือการใช้งาน และการบำรุงรักษาระบบอย่างน้อย 3 ชุด

9.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแบบจริงอย่างน้อย 3 ชุด

หมวด จ. ระบบผลิตไอน้ำและน้ำร้อน

1. GENERAL

This specification and requirements describes the materials and installation of the steam boiler and hot water system. The contractor shall be held fully responsible that the capacity of equipment conform to what is mentioned in the detail specification and schematic diagram.

The Contractor shall be finished work tested and startup, ready for operation without any further material, apparatus or labor being required to make it so.

Minor details not usually shown or specified, but necessary for the proper installation and operation, shall be deemed to be included . in the contract, the same as herein specified.

2. Fuel Storage Tank

The PTT standard of 20,000 litres fuel storage tank with accessories shall be used for boiler fuel feed.

3. Fuel Oil Pump

The pump shall be operate Light fuel oil at the rated capacity.

4. Fuel Daily Tank

The tank shal be horizontal storage tank contain of Light fuel oil.

Tank height shall be suitable for boiler fuel pump to be handled. The tank shall be complete with :

1. Level control.
2. Level gauge & cock.
3. Inlet & outlet.
4. Vent pipe.
5. Manhole.

5. Steam Boiler

The steam boiler shall be four pass horizontal fire tube with five square feet of heating surface per rated boiler housepower. The boiler is mounted on a heavy steel base frame and is complete with intergral forced draft burner, burner controls, boiler trim and refractory. The complete packaged boiler is approved as a unit by Underwriters' Laboratory and bears the label. It is ready for attachment of water, fuel, blowdown, electrical and vent connection.

The boiler shell is designed, constructed and hydrostatically tested in accordance with the ASME boiler and Pressure vessel code.

The steam boiler shall have the following standard equipment.

1. Water column completely with try cocks, gauge glass set, gauge glass and water column, blowdown valve.
2. Feed water pump control to maintain the water level within normal limits.
3. Low water cutoff to prevent burner operation if the boiler water falls below a safe level.
4. Steam pressure gauge.
5. Safety relief valve comply with ASME Code requirement.
6. Steam pressure controls.

The burner shall be the low pressure air atomizing type approved for operation with No.6 heavy oil co completely with gas pilot, forced draft blower, combustion air control, oil pump, oil burner piping, oil preheat system by a steam heater or an electric heater.

6. Blow down Tank

The tank shall be vertical type with floor mounting legs and complete with temperature regulator valve for automatically control the drain water of 140 Deg. F.

7. Feed water Tank

The tank shall be suitable for boiler capacity. The tank shall have the minimum storage capacity of 500 litre including level indicating glass with shut off valve, make up valve, level alarm controls, pressure reducing valve control steam for heating incoming water. ASME construction certify to 50 psig, completely with structural steel stand of minimum head to the boiler feed water pump of 1.20 m.

The tank shall be insulated by at least 2" thick 2 lbs/cu. ft. density of fiberglass and cover with aluminum sheet #26 USSG.

Tank height shall be corresponding to the water temperature where feed water can operate without any problem.

8. Chimney

The size, thickness, painting, insulation of steel chimney shall be conform to the detail as specified in the schemetic diagram in the drawing. The internal and external shall be coated to 2 times with high Temp paint. (not less than 400 c)

9. Feed water pump

Feed water pump for water of 110 deg. C. temperature. Feed water valve, valve, strainer, drain and shut off valve as required.

10. Insulation

Steam, condensate pipes and valves shall be insulated with fiber glass rigid sections in the thickness indicated in the following schedule:

	Steam	Condensate
15 mm Nominal Bore	30	20
20 mm Nominal Bore	30	20
25 mm Nominal Bore	40	20
32 mm Nominal Bore	40	20
40 mm Nominal Bore	40	20
50 mm Nominal Bore	40	20
65 mm Nominal Bore	40	20
75 mm Nominal Bore	50	30
100 mm Nominal Bore	50	30
125 mm Nominal Bore	80	50
150 mm Nominal Bore	80	50

The insulation bo be with a aluminium #26 USSG jacket sheet. The insulation

shall be Asahi. Bradford or approved equal.

Hot water pipes shall be insulated with the closed cell foam

11. Steam Valves

All valves used in the steam supply and condensated return system shall have the same general specification as those being described in the previous section, but with the following additional characteristies:

1. All valves shall be cast steel of class 150
2. Angle valve shall be cast steel valve of class 150
3. Back-Pressure Relief Valves shall be constructed with steel bodies, and shall be equipped with corrosion-resistant valves and valve seats. The valves shall be properly guided, and be positive closing so that no leakage can result. Adjustment of the desired back pressure shall cover a range between 0.14 Kg/cm and 0.65 kg/cm 2 gauge. The adjustment shall be effected externally, and all shafts extending throung the valve body shall be provided with adjustable stuffing boxes having renewable packing.
4. Blow-off valves and cocks shall conform to the requirements of ASME Boiler and Pressure Vessel Code.
5. Check valves shall be cast steel valve of class 150 with flanged end connection.
6. Pressure-reducing valves shall be designed for the specified working pressure, shall be quiet in operation and shall not stick. Valves shall be of the diaphragm double disk and seat type or shall be single-seated as hereinfter specified. All ports subject to wear shall be easily replacement.
7. Safety relief valves shall conform to the requirements of ASME Boiler and Pressure Vessel Code.
8. Steam nonreturn valves shall be of the angle or straight-way type. Valves shall operate without chattering or sticking.
9. Back pressure relief valves shall be set to exhaust at the pressure

shown on the drawings.

10. Pressure-reducing valves shall be provided where indicated on the drawings or otherwise required. Each valve shall be adjusted to maintain within 0.2 bar (3 pounds) the desired terminal pressure, regardless of fluctuations in the initial pressure. Valves for dead-end service shall be single-seated. Valves shall be provided with noncorrodible trim. Each valve shall be installed with strainer, and a 3-valve by-pass. An approved pop safety valve shall be installed on the low pressure side of each pressure-reducing valve where shown on the drawings.
11. Thermostatic regulating valves shall be installed where indicated on the drawings.

12 . <u>Steam Strainers</u>

Basket or Y-type strainers shall be installed where indicated on the drawings or where specified, and shall be the same size as the pipe lines in which they are installed. The strainer bodies shall be heavy and durable, and shall be constructed of high quality gray iron with bottoms drilled and plugged or provided with drain valve. The directional flow shall be as show by arrow stamped on strainer body

Each strainer shall be equipped with an easily removable cover and sediment basket. The basket shall be mode of sheet brass not less than 0.63 mm thick (0.025 inch 22 gauge) with small perforations of sufficient number to provide a net free area through the baseket of at least 4 times that of the entering pipe.

13. <u>Steam Traps</u>

Steam trap types shall be as specified on the drawing with automatic air discharge and shall be designed for a working pressure as indicated in the applicable drawing. Trap capacity shall be not less than that indicated and shall be verified by manufacturer's selection procedure and construction.

Trap components shall be easily removable for inspection and replacement without disturbing the piping connections. The inlet to each trap shall be

provided with a brass strainer; either as integral part of the trap or as a separate piece of equipment.

14. Fuel Supply Equipment

14.1 Fuel Supply Valves

All valves used in the fuel supply system shall have the same general specification as those being described in Chapter but with the following additional characteristics:

a. All valves shall be suitable for high-speed diesel oil. Rubber parts shall be Buna-N

b. Check valves shall be lift-check valve.

c. Fuel sampling valves shall be of strahman type.

d. Gate valves of 65 mm and larger shall be of the outside screw and yoke type (OS & Y type).

e. Gasket shall be Buna-N or Teflon.

14.2 Fuel strainer

The unit shall have a cast-steel basket-style body. The basket shall be stainless steel with 4.76 mm diameter holes lined with 40 mesh stainless steel screen. The basket shall be removable from the top cover.

14.3 Pressure Relief Valve

Diaphragm type valves designed for pressure relief operation shall be provided and shall be of the hydraulically operated, pilot controlled, modulating type. The action shall be fast in opening and slow in closing to prevent line surge

14.4 Thermal Relief Valve

The unit shall have bronze construction with immersion type temperature sensing probe and controls.

15. Package Water Heater

15.1 Furnish and install as shown on plans and diagram.

Each heater shall be of the vertical cross flow design with in the shell and steam in the coils.

The heater shall subcool the steam condensate. Condensate temperature shall not exceed 190°F when incoming domestic water temperature is 110°F or lower. An integral demand anticipator requiring no electrical hookup shall be provided, anticipating a change in demand so that the final temperature can be maintained to ± 4°F under all normal load conditions.

15.2 Certification of the unit as to design and manufacture in accordance with the ASME Pressure Vessel Code, Section VIII, Div 1 shall be furnished for not less than 235 PSI maximum allowable working pressure in the shell , and not less than 250 PSI maximum allowable working pressure in the coils.

15.3 SHELL: shall be carbon steel with copper lining. Heads shall be bronze.

15.4 COILS: shall be helical wound copper tube (.049" wall) No water baffles or other supports shall be used within the shell Coils shall provide automatic descalling due to expansion and contraction under varying primary fluid flow.

15.5 Each heater shall be factory packaged with the following accessories:

- Resilient insulation
- Pneumatic control valve and temperature controller or self-contained valve
- Temperature/pressure relief valve
- Union orifice and check valve
- Control panel featuring: - Double solenoid temperature limit safety system
  - Power on/tripped status lights
  - Remote dial thermometer and compound gauge

16. Hot Water Return Pump

The pump shall be suitable for hot water pumping. The capacity of the pump shall be conform to the detail as specified in the drawings.

17. Chemical Feed Pump and Tank

Chemical feed pump shall be screw, diaphragm or plunger type. Pump materials shall be suitable for handle chemical. Pump shall be flow rate and pressure adjustible. The chemical tank shall be consist of drain valve, cover and agitator. Agitator shaft & blade shall be stainless steel 304.

18. <u>Steam and Condensate Pipe</u>

pipe and fitting shall be ASTM 120 seamless schedule 40

หมวด ฉ ไฟฟ้า (ELECTRICAL)

1. <u>ข้อกำหนดทั่วไป</u>

ก. ระบบไฟฟ้าทั้งหมดต้องสอดคล้องกับระบบของการไฟฟ้าภูมิภาค

ข. ระบบไฟฟ้าเป็น 3 Phase 4 Wires 380 V/220 V 50 Hz. Y Connection System Solid Ground

ค. ระบบสีของสายไฟให้เป็นดับนี้

Phase A สีดำ

Phase B สีแดง

Phase C สีน้ำเงิน

Neutral N สีขาว หรือเทา

Ground Gr. สีเขียว หรือเขียวคาดเหลือง

สายไฟที่ผลิตแต่เพียงสีเดียวให้ทาสี หรือพันแทบทั้งสองข้างของสายด้วยสีที่กำหนดให้

ง. การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า และการต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าภูมิภาค และ NEC

จ. ความรับผิดชอบของงานระบบไฟฟ้าของงานระบบสุขาภิบาลและดับเพลิงเริ่มตั้งแต่ตู้ควบคุม

ของงานระบบสุขาภิบาลและดับเพลิงรวมถึงการต่อสายไฟฟ้าเข้าเมนสวิทซ์ในตู้ควบคุม

2. <u>สายไฟฟ้า</u>

ก. ทั่วไปข้อกำหนดในตอนนี้ครอบคลุมรายละเอียดการจัดหา และการติดตั้งสายไฟฟ้าหุ้มฉนวน

ข. ขอบเขตผู้รับจ้างต้องจัดหา และติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งได้ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ และดังแสดงไว้ในแบบสายไฟฟ้าทั้งหมด หรือที่เกี่ยวข้องทั้งภายนอกและภายในอาคารต้องเป็นไปตามมาตรฐานสายไฟฟ้า มอก. 11-2518

ค. ตัวนำทั้งหมดต้องเป็นทองแดง และเป็นไปตามข้อ 5 ของ มอก. 11-2518

ง. ฉนวนของสายไฟ ต้องเป็นไปตามข้อ 5 ของ มอก. 11-2518

จ. เปลือกหุ้มของสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตามข้อ 6 ของ มอก. 11-2518

ฉ. รายละเอียดของสายไฟฟ้าทั่วไป

- ให้ใช้สาย THW
- สาย CONTROL ขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร

ช. การดึงสายควรใช้อุปกรณ์ช่วยในการดึงสาย ซึ่งออกแบบโดยเฉพาะเพื่อใช้กับงานดึงสายไฟฟ้าภายในท่อ และต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์ดังกล่าวด้วย

ซ. การหล่อลื่นในการดึงสายผู้รับจ้างจะต้องใช้ตัวหล่อลื่น ตัวหล่อลื่นจะต้องเป็นชนิดที่ผู้ทำสาย ไฟฟ้าแนะนำไว้เท่านั้น

ฌ. การดัด งอสายไฟฟ้าทุกขนาดจะต้องกระทำอย่างระมัดระวัง ในการติดตั้งรัศมีของการดัดงอจะต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ทำสายไฟฟ้า หรือ NEC

ญ. การกันความชื้นปลายทั้งสองข้างของสายไฟฟ้าที่ปล่อยไว้ จะต้องมีกรรมวิธีป้องกันความชื้นจากภายนอก

ฎ. ปลายทั้งสองข้างของ Cable ต้องมีกรรมวิธีป้องกันความชื้นจากภายนอก สำหรับสายที่มีขนาดใหญ่กว่า 25 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ Heat Shrink Tubing

ฏ. สายทองแดงที่มีขนาดไม่เกิน 10 ตารางมิลลิเมตร การต่อสายไฟใช้ Wire Nut และสำหรับสายขนาด 16 ตารางมิลลิเมตร หรือใหญ่กว่าให้ใช้ Solderless Wire connector ชนิดใช้เครื่องมือกลอัด และใช้ Heat Shrinkable Tube ห่อหุ้ม รอยต่อดังกล่าว

ฐ. การต่อสายใต้ดิน หรือนอกอาคารให้ใช้หัวต่อเฉพาะแบบ Cast Resin หรือ Epoxy

ฑ. การต่อสายเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ขั้วต่อแบบมีหัวสกรูยึด ต้องใส่ Terminal ชนิดใช้เครื่องมือกลอัด (ใช้ Cable Lug แบบบีบ) และหุ้มด้วย Heat Shrinkable Tube

ฒ. Cable Identification สายไฟฟ้าทั้งหมดที่ปลายทั้งสองข้าง ต้องมีป้ายติดบนสายบ่งถึงขนาด และวงจรเพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา รายละเอียดของการบ่งบอกประกอบด้วย ขนาดสาย, วรจร และ Load ที่ใช้สำหรับ Colour Code เป็นดังนี้

(1) Phase A สีดำ

(2) Phase B สีแดง

(3) Phase C สีน้ำเงิน

(4) Neutral สีขาว หรือเทา

(5) Ground สีเขียว หรือเขียวคาดเหลือง

ณ. การติดตั้งการเดินสายไฟฟ้าต้องกระทำภายหลังการวางท่อร้อยสายกล่องเชื่อมกล่องดึงสาย และอุปกรณ์ต่าง ๆ เสร็จเรียบร้อยแล้วเท่านั้น อุปกรณ์การดึงสายไฟฟ้าจะต้องร้อยในขณะที่จะเดินสายไฟแต่ละช่วงห้ามมิให้ตระเตรียม หรือร้อยไว้ในท่อร้อยสายล่วงหน้าอย่างเด็ดขาด

3. <u>ท่อร้อยสายไฟฟ้า</u>

ก. ทั่วไป ข้อกำหนดในตอนนี้ครอบคลุมรายละเอียดการจัดหา และการติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า และอุปกรณ์

ขอบเขตผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งท่อร้อยสาย ซึ่งได้ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้และแสดงไว้ในแบบทุกประการ

ค. รายละเอียดของวัสดุ

- Intermediate Metallic Conduit (IMC) ต้องเป็นท่อเหล็กหนาผ่านขบวนการชุบสังกะสีหรือ Hot Dip Galvanize มาแล้ว และมีเส้นผ่าศูนย์กลางท่อไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ท่อ ๆIMC จะต้องติดตั้งในกรณีดังนี้คือ ที่ Service Entrance ที่ต้องการฝังใต้ดิน หรือในคอนกรีตที่เดินนอกอาคาร หรือเป็น Feeder หรือ Moter Circuit หรือที่ชี้นตามข้อกำหนดของ NEC

- Electrical Metallic Tubing เป็นท่อเหล็กบางชุมสังกะสี หรือ Hot Dip Galvanize มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว สามารถใช้ติดตั้งในทุกสถานที่ได้ ยกเว้นที่ระบุให้ใช้ท่อ IMC และท่ออ่อน

- ท่ออ่อน (Flexible Conduit) ท่ออ่อนสำหรับระบบสุขาภิบาล และดับเพลิงต้องเป็นแบบกันน้ำ

- Coupling and Thread Protector ท่อร้อยสายแต่ละท่อจะต้องมี Coupling อยู่ที่ปลายหนึ่ง และ Thread Protector อีกข้างหนึ่ง

- Conduit Fitting ต้องเป็นไปตามที่กำหนดของ FEMA และ UL 514

- Lock Nut และ Bushing จะต้องมี Lock Nut และ Bushing ทุกปลายของท่อ

- Junction and Pull Boxes ต้องเป็นกล่องชุมสังกะสี หรือแคดเมียมและในที่ชื้นต้องเป็นกล่อง Cast Aluminum

ง. การติดตั้งให้เป็นไปตามกฎการไฟฟ้านครหลวง และ NEC

- Intermediate Metallic Conduit การติดตั้งเป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 346

- Electrical Metallic Tubing จะต้องใช้กับ Routing ที่ Exposed หรือ Concealed การติดตั้งเป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 348

- Flexible Conduit จะต้องใช้เมื่อต้องการ Conduit Termination ใน Equipment ซึ่งมีการสั่นสะเทือน หรือเมื่อต้องการ Flexibility การติดตั้งเป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 350

- Associated Material จะต้องเป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 370 สำหรับการติดตั้ง ณ Hazardous Location เป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 500 และ 517

- Moisture Pocket ก่อนนำท่อร้อยสายไฟติดตั้ง ถ้ามี Moisture Pocket ต้องกำจัดให้หมดเสียก่อน

- Bend and Offset ท่อร้อยสายที่เสียรูป และไม่เป็นไปตามที่ระบุจะต้องห้ามนำมาใช้ในการติดตั้ง

- การเดินท่อให้พยายามเดินในแนว Corridor และมีแนวขนาน หรือตั้งฉากกับตัวอาคาร

- การต่อเชื่อมกับ Box และ Cabinet ส่วนที่เป็นเกลียวของท่อต่อผ่านเข้าไปในผนังของ Box หรือ Cabinet โดยมี Locknut ทั้งด้านในและด้านนอกที่ปลายของท่อ ท่อร้อยสายต้องมี Bushing สวมอยู่

จ. Colour Code ท่อไฟฟ้าทั้งหมดที่เดินลอยทั้งภายในฝ้าเพดาน หรือเดินลอยติดผนัง หรือเพดาน ให้ทาสีคาดไว้ที่ท่อทุก ๆ 1 เมตรด้วยสีส้ม

4. <u>การต่อลงดิน</u> (Equipment Grounding)

อุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดต้องมีระบบต่อลงดินไม่ว่าจะกำหนดไว้ในแบบ หรือไม่ก็ตามเพื่อป้องกันอันตรายอันอาจจะเกิดขึ้นกับผู้ที่ปฏิบัติงานการต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้าอัน ได้แก่ Motor, ท่อ, Wire Way ตู้สวิทช์บอรด์ หรือแผงควบคุมอื่น ๆ ให้เป็นไปตามกฎของ NEC และประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยทางไฟฟ้า โดยระบบต่อลงดินของงานระบบสุขาภิบาล และป้องกันอัคคีภัย อาจจะต่อมาจากระบบต่อลงดินของผู้รับจ้างงานระบบไฟฟ้าได้ การดำเนินการ การติดตั้ง ตรวจสอบ การใช้วัสดุให้ดำเนินการเช่นเดียวกับผู้รับจ้างในระบบงานไฟฟ้า

5. <u>ตู้สวิทช์บอร์ด</u>

ตู้สวิทช์บอร์ดของระบบสุขาภิบาล และดับเพลิง

ก. ตัวตู้ไม่ว่าเป็นแบบตู้ตั้ง หรือตู้แขวน ต้องประกอบจาก เหล็กฟอสเฟต หรือเหล็กชุบสังกะสีซึ่งมีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร

ข. ตัวตู้ และโครงตู้ และตัวจับยึดอุปกรณ์ไฟฟ้า ต้องมีความแข็งแรง และสามารถทนต่อการ Short Circuit ได้

ค. ตัวตู้ต้องมีการระบายอากาศ ป้องกันฝุ่น ป้องกันแมลง หรือหนูเข้าไปภายในตู้ตลอดจนป้องกันความชื้นกับอุปกรณ์ภายในได้เป็นอย่างดี

ง. ตัวตู้ต้องพ่นสีเท่าอ่อน หรือสีที่กำหนดให้ในแบบ อย่างน้อย 2 ชั้น หลังจากผ่านการป้องกันสนิมแล้ว

จ. ให้มีการ Service หรือบำรุงรักษาจากด้านหน้าตู้เท่านั้น

ฉ. ขนาดของสาย และ Bus bar และในตู้ตลอดจนระยะห่างในการติดตั้งให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าภูมิภาค

ช. ที่หน้าตู้ทุก Cubicle จะต้องมี Key Lock ป้องกันผู้ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องมา Operate หรือแก้ไข

ซ. ต้องมี Mimic Diagram ซึ่งแสดงวงจรของแบบติดไว้หน้าตู้ทุกตู้ และมี Name Plate บอกหมายเลข และชนิดของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในแบบ

ฌ. มาตรฐานอุปกรณ์ไฟฟ้า ให้ผู้รับจ้างดำเนินการจัดหาและติดตั้ง เช่นเดียวกับผู้รับจ้างระบบไฟฟ้า โดยอุปกรณ์ควรเป็นชนิดเดียวกัน หรือยี่ห้อเดียวกันกับผู้รับเหมาไฟฟ้า เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา

ญ. อุปกรณ์ไฟฟ้า โดยเฉพาะ Circuit Breaker ของระบบสุขาภิบาล และดับเพลิงจำเป็นต้องทำงานในลักษณะ Co-Ordination กับระบบไฟฟ้าที่ต้นทาง หรือมีการทำงานที่ประสานงานกันได้ดี และมี Handle Padlock

ฎ. การประกอบ และการติดตั้งตู้ตลอดจนการเข้าสาย จะต้องการะทำโดยช่างผู้ชำนาญงานทางด้านนี้ และเป็นมาตรฐานเดียวกับผู้รับจ้างระบบไฟฟ้าเช่นกัน

6. <u>ระบบสตาร์ทเตอร์ของมอเตอร์</u>

ก. สตาร์ทเตอร์ ต้องมีขนาดเหมาะสมที่จะใช้งานรวมกับมอเตอร์ของระบบสุขาภิบาล และป้องกันอัคคีภัย

ข. ชุดสตาร์ท แต่ละชุดต้องประกอบด้วยอุปกรณ์อย่างน้อยที่สุดดังต่อไปนี้

- Circuit Breaker
- Motor Starter
- Thermal Over Load Protection
- Start and Stop Push Button
- Running Indicating Lamp
- Selector Switch H-O-A
- Alarm
- Control Fuse or Breaker
- Name Plate and Circuit Diagram

ค. โดยทั่วไปถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น มอเตอร์ที่มีขนาดต่ำกว่า 5 HP ให้สตาร์ทเตอร์เป็นชนิด Direct on Line ได้ และถ้ามากกว่า 5 HP ต้องเป็นชนิด Reduced Voltage Start

ง. อุปกรณ์ในชุด Starter ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC หรือ NEMA และความเป็นผลิตภัณฑ์

เดียวกันกับผู้รับจ้างไฟฟ้า

จ. สำหรับ Circuit Breaker สำหรับ Overload และ Short Circuit Protection ของมอเตอร์แต่ละตัว ในกรณี Breaker ดังกล่าว และมอเตอร์อยู่ไกลจากสายตาจนมองการทำงานของมอเตอร์ดังกล่าว ไม่ได้ ตัว Breaker ต้องมี Handle แบบ Lock Off เพื่อป้องกันอุบัติเหตุในการ Maintenance Circuit Breaker ที่มีขนาดมากกว่า 255 A ขึ้นไปควรมี Terminal Bus bar Connection Type

7. <u>Remote Control Pust Button Station</u>

ก. Remote Control Push Button Station ประกอบด้วย Push Bottons, Indicating Lamps (Led), Bell พร้อมด้วยกล่องเหล็กพ่นสี

ข. ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Shop Drawing แสดงการเดินสายไฟ Control, Local Control Panel และ Remote Control Push Button, Station มี Flow Diagram แสดง Status ของวัสดุ-อุปกรณ์ส่งไปขอความเห็นชอบจากเจ้าของโครงการก่อนดำเนินการติดตั้งด้วย

8. <u>การทดสอบ</u>

การทดสอบงานไฟฟ้าในระบบสุขาภิบาล และป้องกันอัคคีภัย ให้ดำเนินการทดสอบดังต่อไปนี้

ก. ทดสอบการใช้งานปกติ

ข. ทดสอบระบบควบคุมตลอดจน Inter Lock ต่าง ๆ

ค. ทดสอบสภาพความเป็นฉนวนของสายไฟฟ้า และมอเตอร์

ง. ทดสอบความต้านทานของการต่อลงดิน

หมวด ช การทาสีป้องกันการผุกร่อน และรหัสสี

1. ข้อกำหนดทั่วไป

1.1 ในผิวงานโลหะทุกชนิดก่อนนำเข้าไปติดตั้งในหน่วยงานต้องผ่านกรรมวิธีการผุกร่อน และ/หรือการทาสี ตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ทุกประการ วิธีทาสีต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำของบริษัทผู้ผลิตสี โดยเคร่งครัด เครื่องจักร อุปกรณ์หรือวัสดุใด ๆ ที่ได้ผ่านการป้องกันการผุกร่อน และทาสีจากโรงงานผู้ผลิตมาแล้ว หากตรวจพบว่ามีรอยทลอก ขูดขีด รอยคราบสนิมจับ และอื่น ๆ ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซม ขัดถู และทาสีให้เรียบร้อยโดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทน

1.2 ในระหว่างการทาสีใดๆ ก็ตาม ผู้รับจ้างต้องหาวิธีป้องกันมิให้สีหยดลงพื้นผนัง และอุปกรณ์ใกล้เคียงอื่น ๆ หากเกิดการหยดเปื้อนต้องทำความสะอาดทันทีผลเสียหาย ใด ๆ ที่เกิดขึ้นต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น ในการทาสีท่อ ท่อทั้งหมดที่ปรากฏแก่สายตา จะต้องทาสีตลอดทั้งท่อโดยใช้สี และชนิดของสีตามรหัสสี และชนิดของท่อ

2. การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี

2.1 พื้นผิวโลหะที่เป็นเหล็ก หรือโลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก

ก. ให้ใช้เครื่องขัดสนิมตามรอยต่อเชื่อม และตำหนิต่าง ๆ จากนั้นใช้แปรงลวด หรือกระดาษทรายขัดผิวงานให้เรียบ และปราศจากสนิม หรืออาจใช้วิธีพ่นทราย เพื่อกำจัดคราบสนิมและเศษวัตถุแปลกปลอมออก จากนั้นจึงทำความสะอาดผิวงานไม่ให้มีคราบไขมัน หรือน้ำมันเคลือบผิวหลงเหลืออยู่ โดยใช้น้ำมันประเภทระเหยไว (VOLATILE SOLVENT) เช่น ทินเนอร์ หรือน้ำมันก๊าดเช็ดถูหลาย ๆ ครั้ง แล้วจึงใช้น้ำสะอาดล้างอีกครั้งหนึ่งจนผิวงานสะอาด หรือพร้อมกับเช็ดหรือเป่าลมให้แห้งสนิท จึงทาสีรองพื้นตามคำแนะนำของผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด

ค. ในกรณีผิวงานนั้นเคยถูกทาสีมาก่อนต้องขูดสีเดิมออกก่อน จึงเริ่มทำตามกรรมวิธี ดังกล่าวข้างต้น

2.2 พื้นผิวโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็ก ให้ทำความสะอาดโดยใช้กระดาษทราย แล้วเช็ดด้วยน้ำมันสน ห้ามใช้เครื่องขัด หรือแปรงลวดโดยเด็ดขาด แล้วจึงทาสีรองพื้น

2.3 พื้นผิวสังกะสีและเหล็กที่เคลือบสังกะสี ให้ใช้น้ำยาเช็ดถูเพื่อขจัดคราบไขมัน และฝุ่นออกก่อนทาสีรองพื้น

2.4 พื้นผิวทองแดง ตะกั่ว พลาสติก ทองเหลือง ให้ขัดด้วยกระดาษทรายก่อนแล้วใช้น้ำยาเช็ดถูกำจัดก่อนทาสีรองพื้น

3. การทาหรือพ่นสี

3.1 ในการทาสีแต่ละชั้นต้องให้สีที่ทาไปแล้วแห้งสนิทก่อน จึงให้ทาสีชั้นต่อไปได้

3.2 สีที่ใช้ทา ประกอบด้วยสี 2 ส่วนคือ

ก. สีรองพื้นใช้สำหรับป้องกัน และ/หรือ เพื่อให้ยึดเกาะระหว่างสีทับหน้ากับผิวงาน

ข. สีทับหน้าใช้สำหรับเป็นสีเคลือบชั้นสุดท้ายเพื่อใช้เป็นการแสดงรหัสของระบบต่างๆ ชนิดสีที่ใช้ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม

3.3 ประเภทหรือชนิดของสีที่ใช้ ให้เป็นไปตามระบุในตารางในข้อ 4

4. ตารางการใช้ประเภทสีตามชนิดของวัสดุในสภาวะแวดล้อม

ชนิดของผิววัสดุ	บริเวณทั่วไป	บริเวณที่มีความชื้นสูง, บริเวณที่มีความผุกร่อนสูง
BLACK STEEL PIPE BLACK STEEL HANGER & SUPPORT BLACK STEEL SHEET SWITCHBOARD, PANELBOARD 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 GAVANIZED STELL HANGER & SUPPORT GALVANIZED STELL SHEET ในกรณีที่ไม่ได้ระบุรหัสสี ให้ใช้สีทับหน้าเป็นสื่ออลูมิเนียม	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	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER ชั้นที่ 2 สีทับหน้า CHLORINATED RUBBER ชั้นที่ 3 สีทับหน้า

	CHLORINATED RUBBER	CHLORINATED RUBBER
CAST IRON รวม ถึงท่อใต้ดินด้วย	ชั้นที่ 1 COAL TAR EPOXY ชั้นที่ 2 COAL TAR EPOXY	ชั้นที่ 1 COAL TAR EPOXY ชั้นที่ 2 COAL TAR EPOXY

หมายเหตุ :- ในกรณีที่มีการซ่อมสีเนื่องจากการเชื่อม การตัด การเจาะ การขัดหรือการทำเกลียว ให้ใช้สีรองพื้นจำพวก SINC RICH PRIMER ก่อนลงสีทับหน้า

5. <u>รหัสสีและสัญลักษณ์</u>

5.1 การทาสีทับหน้า แสดงรหัสสีให้ทาสีตลอดทั้งเส้นท่อ สำหรับท่อที่ไม่ถูกปิดบังยกเว้นท่อดับเพลิงให้ทาสีตลอดทั้งเส้น

5.2 ขนาดแถบรหัสสีและตัวอักษร กำหนดดังนี้.-

<u>ขนาดท่อ</u> **(Dia.)**	**<u>ความกว้างของแถบรหัสสี</u>**	**<u>ขนาดตัวอักษร</u>**
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")

5.3 ระยะของแถบรหัสสี อักษรสัญลักษณ์ และสัญลักษณ์ลูกศรแสดงทิศทาง กำหนดเป็น ดังนี้.-

ก. ทุก ๆ ระยะไม่เกิน 6 เมตร (20 ฟุต) ของท่อในแนวตรง

ข. ใกล้ตำแหน่งวาล์วทุกตัว

ค. เมื่อมีการเปลี่ยนทิศทาง และ/หรือ มีท่อแยก

ง. เมื่อท่อผ่านกำแพง หรือทะลุพื้น

จ. บริเวณช่องเปิดบริการ

5.4 กำหนดสีของรหัส และสัญลักษณ์ต่าง ๆ ตามตารางข้อ 6

6. <u>ตารางแสดงรหัสสีและสัญลักษณ์</u>

ลำดับที่	รายละเอียด	ตัวอักษร	รหัสสี	สีสัญลักษณ์
1	COLD WATER SUPPLY	CWS	น้ำเงิน	ขาว
2	RAINWATER	RL	เหลือง	ขาว
3	WASTE	W	เขียว	ขาว
4	SOIL	S	ดำ	ขาว
5	VENT	V	ขาว	ดำ
6	SINK WASTED	SK	ม่วง	ขาว
7	FIRE	F	แดง	แดง

หมวด ซ แบบ และหนังสือคู่มือ

1. <u>ระยะ ขนาด และตำแหน่งที่ปรากฏในแบบ</u>

ระยะ ขนาด และตำแหน่งที่ปรากฏในแบบแปลนให้ถือตัวเลขเป็นสำคัญ ห้ามใช้วิธีวัดจากแบบโดยตรง ในส่วนที่ไม่ได้ระบุตัวเลขไว้เป็นการแสดงให้ทราบเป็นแนวทางที่ควรจะเป็นไปได้เท่านั้น ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบจากเครื่อง วัสดุ อุปกรณ์ที่ได้รับอนุมัติให้ใช้ในโครงการ และสถานที่ติดตั้งจริง

2. <u>ข้อขัดแย้งของแบบ</u>

ในกรณีที่เกิดมีความคลาดเคลื่อน ขัดแย้ง หรือไม่ชัดเจนในแบบประกอบสัญญา รายการเครื่อง วัสดุอุปกรณ์และเอกสารสัญญา ผู้รับจ้างต้องรีบแจ้งให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนทราบ เพื่อขอคำวินิจฉัยทันที โดยผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนจะถือเอาส่วนที่ดีกว่า ถูกต้องกว่าเป็นเกณฑ์ หากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนไม่แจ้งผลการพิจารณาห้ามผู้รับจ้างดำเนินการในส่วนนั้น มิฉะนั้นผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น และผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนเปลี่ยนแปลงงานส่วนนั้นได้ตามความเหมาะสม ในกรณีผู้รับจ้างต้องดำเนินการ แก้ไข โดยจะคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มและขอต่อสัญญาไม่ได้

3. <u>แบบแปลน</u>

แบบแปลนเป็นเพียงแผนผัง เพื่อให้ผู้รับจ้างทราบเป็นแนวทาง และหลักการของระบบตามความต้องการของผู้ว่าจ้างหรือตัวแทน ในการติดตั้งจริงผู้รับจ้างต้องตรวจสอบกับแบบสถาปัตย์ แบบโครงสร้างและงานระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกันไปด้วย ทั้งนี้หากจะต้องทำการปรับปรุงงานบางส่วนจากแบบที่ได้แสดงไว้ โดยที่เห็นว่าเป็นความจำเป็นที่จะทำให้การติดตั้งงานระบบถูกต้องได้คุณภาพตามความต้องการแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

4. <u>แบบใช้งาน</u> (SHOP DRAWINGS)

4.1 ทันทีที่ได้รับการว่าจ้าง ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบใช้งานซึ่งแสดงรายละเอียดของเครื่องอุปกรณ์ และตำแหน่งที่จะดำเนินการติดตั้งยื่นเสนอขออนุมัติดำเนินการต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทน 30 วันก่อนการติดตั้ง

4.2 วิศวกรผู้รับผิดชอบของผู้รับจ้าง ต้องตรวจสอบแบบใช้งานให้ถูกต้องตามความต้องการใช้งานและการติดตั้งตามข้อแนะนำของผู้ผลิตพร้อมทั้งลงนามรับรองและลงวันที่กำกับบนแบบที่เสนอขออนุมัติทุกแผ่น

4.3 ในกรณีที่แบบใช้งานของผู้รับจ้างแตกต่างไปจากแบบแปลน ผู้รับจ้างต้องจัดทำสารบัญรายการที่แตกต่างและใส่เครื่องหมายแสดงการเปลี่ยนแปลงกำกับทุกครั้ง พร้อมทั้งลงนามรับรองและลงวันที่ในการแก้ไขครั้งนั้น ๆ กำกับ

4.4 ผู้รับจ้างต้องศึกษาทำความเข้าใจแบบสถาปัตย์ แบบโครงสร้าง แบบตกแต่งภายใน และงานระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกันรวมทั้งตรวจสอบสถานที่ติดตั้งจริง เพื่อให้การจัดทำแบบใช้งานเป็นไปโดยถูกต้องและไม่เกิดอุปสรรคกับผู้รับจ้างอื่น ๆ จนเป็นสาเหตุให้หมายกำหนดงานโครงการต้องล่าช้า

4.5 แบบใช้งานต้องมีขนาด และมาตราส่วนเท่ากับแบบแปลนนอกจากแบบขยาย เพื่อแสดงราย

ละเอียดที่ชัดเจน และทำความเข้าใจได้ถูกต้องให้ใช้ขนาดและมาตราส่วนที่เหมาะสมตามสากลนิยมทั้งนี้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้ว่าจ้างหรือตัวแทน

4.6 ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทน และหน้าที่สั่งการให้ผู้รับจ้างจัดเตรียมแบบขยายแสดงการติดตั้ง

ส่วนหนึ่งส่วนใดของงานระบบที่เห็นว่าจำเป็น

4.7 ผู้รับจ้างต้องไม่ดำเนินการใดๆ ก่อนที่แบบใช้งานจะได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทน มิฉะนั้นค่าใช้จ่ายที่อาจเกิดขึ้นทั้งหมด หากมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขตามแบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบ

4.8 แบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติแล้ว มิได้หมายความว่าเป็นการพ้นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

หากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนตรวจพบข้อผิดพลาดในภายหลังผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง

4.9 แบบใช้งานที่ไม่มีรายละเอียดเพียงพอ ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนจะแจ้งให้ผู้รับจ้างทราบ และส่งคืนโดยไม่มีการพิจารณาแต่ประการใด

4.10 แบบใช้งานที่ส่งเสนอขออนุมัติ ต้องเป็นพิมพ์เขียวอย่างน้อย 4 ชุด ภายหลังจากได้รับอนุมัติ แล้วต้องส่งแบบพิมพ์เขียวให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนอีก 4 ชุดและอาจขอให้ผู้รับจ้างส่งเพิ่มเติมให้อีกตามความจำเป็น

5. <u>แบบก่อสร้างจริง</u> (AS-BUILT DRAWINGS)

5.1 ในระหว่างดำเนินการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบตามที่ติดตั้งจริง แสดงตำแหน่งของเครื่องอุปกรณ์รวมทั้งการแก้ไขอื่นๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างการติดตั้งส่งให้ผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนตรวจสอบเป็นระยะ ๆ

5.2 แบบสร้างจริงต้องมีขนาด และมาตราส่วนเท่ากับแบบประกอบสัญญา นอกจากแบบขยายให้ใช้มาตราส่วนตามแบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติ

5.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบสร้างจริงให้เสร็จก่อนการปิดฝ้าเพดาน การก่อผนังปิด หรือถมดิน

5.4 แบบสร้างจริงทั้งหมดต้องลงนามรับรองความถูกต้อง โดยผู้รับจ้าง และส่งให้ผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนชุด เพื่อตรวจสอบก่อนกำหนดการทดสอบเครื่องและการใช้งานของระบบอย่างน้อย30 วัน และต้องส่งมอบแบบต้นฉบับเขียนในกระดาษไขสามารถพิมพ์ได้ 1 ชุด และแบบพิมพ์เขียวอีก 4 ชุด ในวันส่งมอบงาน

6. <u>หนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องอุปกรณ์</u>

6.1 หนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์เป็นเอกสารประกอบการส่งมอบงาน ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมเข้าแฟ้มปกแข็งเรียบร้อย ส่งมอบผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนมอบงาน

6.2 หนังสือคู่มือ จะแบ่งออกเป็น 5 ภาค คือ.-

ภาคที่ 1 ประกอบด้วยเอกสาร รายละเอียดข้อมูลเครื่องอุปกรณ์ทั้งหมดที่ได้ยื่นเสนอ และได้รับการอนุมัติให้ใช้ในโครงการ (SUBMITTAL DATA)

ภาคที่ 2 ประกอบด้วยแคตตาลอก เครื่องอุปกรณ์แยกเป็นหมวดหมู่พร้อมทั้งเอกสารแนะนำวิธีการติดตั้ง ซ่อมบำรุงแนบมาด้วย (INSTALLATION, OPERATION AND MAINTENANCE MANUAL) รวมทั้งรายชื่อบริษัทผู้แทนจำหน่ายเครื่องอุปกรณ์

ภาคที่ 3 ประกอบด้วยรายงานการทดสอบเครื่อง และระบบตามความเป็นจริง (TEST REPORT)

ภาคที่ 4 ประกอบด้วยรายการเครื่อง อะไหล่ และข้อแนะนำชิ้นส่วนอะไหล่ที่ควรมีสำรองไว้ขณะใช้งาน (RECOMMEND SPARE PARTS LIST)

ภาคที่ 5 ประกอบด้วยรายการตรวจสอบ และบำรุงรักษาเครื่องอุปกรณ์แต่ละชนิด เช่น รายเดือน, ทุก 3 เดือน, ทุก 6 เดือน และรายปี

6.3 หนังสือคู่มือทั้งหมด ผู้รับจ้างต้องส่งต้นฉบับเสนอผู้ว่าจ้างหรือตัวแทน 1 ชุด เพื่อตรวจสอบและอนุมัติก่อนการส่งฉบับจริง จำนวน 4 ฉบับ

หมวด ฌ การทดสอบ ตรวจสอบและการทำความสะอาด

1. <u>การทดสอบและตรวจสอบ</u>

1.1 การตรวจและทดสอบระบบท่อทั้งหมด มีท่อโสโครก ท่อระบายน้ำ ท่อระบายอากาศ และท่อน้ำต้องได้รับการตรวจสอบและทดสอบคุณภาพและฝีมือการติดตั้งตามวิธีดังจะได้กล่าวต่อไปท่อโสโครกหรือท่อระบายที่ฝังไว้ใต้ดินนั้นต้องทำการทดสอบก่อนกลบดิน

1.2 การทดสอบระบบท่อให้ปฏิบัติดังนี้.-

ก. ใช้ปลั๊กอุดท่อโสโครก ท่อระบายน้ำและท่ออากาศแล้วเติมน้ำให้เข้าเต็มท่อจนกระทั่งระดับขึ้นถึงจุดสูงสุดของท่อระบายอากาศเหมือนหลังคา

ข. ทิ้งให้อยู่ในสภาพเช่นนั้นเป็นเวลา 60 นาที แล้วตรวจระดับน้ำ ถ้าระดับน้ำลดต่ำลงมาไม่เกิน 5 เซนติเมตร ก็ถือว่าใช้ได้

ค. ถ้าจะทดสอบท่อส่วนใดส่วนหนึ่ง ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกันกับที่ได้กล่าวมาแล้วเว้นไว้แต่ว่าให้ต่อท่อจากส่วนที่จะทำการทดสอบขึ้นตามแนวดิ่งจากระดับที่จะทำการทดสอบ 3 เมตร และเติมน้ำจนถึงระดับสูงสุดของท่อน้ำ เพื่อให้เกิดแรงกดดันจากน้ำ (อาจใช้สูบน้ำเพื่อให้เกิดแรงดันตามขนาดก็ได้) แล้วให้ตรวจระดับดังกล่าวในข้อ 2 ภายใต้หัวข้อการทดสอบท่อรั่ว

1.3 การทดสอบด้วยแรงดันสำหรับท่อประปา เมื่อได้ทำการติดตั้งวางท่อเสร็จ และก่อนที่จะต่อท่อเข้าเครื่องสุขภัณฑ์ทั้งหมดสำหรับท่อน้ำใช้ให้สูบอัดน้ำเข้าในระบบท่อจนได้แรงดัน 10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) สำหรับท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3" และเล็กกว่าเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 60 นาที แล้วให้ตรวจรอยรั่วท่อช่วงใดที่ต้องฝังในผนังก่อนงานติดตั้งทั้งหมดจะแล้วเสร็จ ให้ทดสอบเฉพาะช่วงนั้น ๆ โดยวิธีทำนองเดียวกันกับที่กล่าวแล้วก่อนที่จะฝัง กรณีท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4" และใหญ่กว่าให้ทดสอบแรงดันที่ 300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

1.4 ท่อรั่วหรือชำรุด บุบสลาย หากผลของการทดสอบหรือตรวจสอบปรากฏว่ามีท่อรั่ว หรือชำรุด บุบสลายไม่ว่าจะเป็นด้วยความบกพร่องในคุณภาพของวัสดุ หรือฝีมือการติดตั้งก็ดีผู้รับจ้างต้องแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงใหม่ทันที และผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนจะทำการตรวจใหม่ จนปรากฏผลว่าระบบท่อที่ติดตั้งนั้นเรียบร้อย ใช้งานได้ถูกต้องกับความประสงค์ทุกประการ การซ่อมท่อรั่วซึมนั้น ให้ซ่อมโดยวิธีถอดออกต่อใหม่ หรือเปลี่ยนของใหม่ให้เท่านั้น ห้ามใช้ฆ้อนย้ำรูที่รั่วหรือข้อต่อเป็นอันขาด

1.5 การทำสอบระบบบำบัดน้ำเสีย

ผู้รับจ้างจะต้องทำการเริ่มต้นการทำงานของระบบ (START UP) โดยการใช้เชื้อแบคทีเรียที่เหมาะสม (SEED) ใส่ลงไปเพื่อช่วยให้ระบบมีการใช้งานได้โดยเร็วหลังจากเริ่มใช้งาน และทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อน และหลังจากการผ่านเข้าระบบจน

กระทั่งระบบมี การทำงานคงที่ (STABLE) และได้คุณภาพน้ำออกจากระบบตามมาตรฐานน้ำทิ้ง คือ BOD_5 20 มิลลิกรัมต่อลิตร PH 6-8 และ SUSPENDED SOLID ไม่เกิน 30 มิลลิกรัมต่อลิตร

ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องทำการ START UP ระบบก่อนที่จะมีการทิ้งน้ำเสียลงระบบและใช้เวลาในการ START UP ประมาณ 1 เดือน

ข. ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งช่างผู้ชำนาญงานมาตรวจสอบการทำงานของระบบ และวิเคราะห์

คุณภาพน้ำก่อน และหลังจากเข้าระบบบำบัดน้ำเสียนี้อย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง เป็นระยะเวลา 1 ปี นับจากวันส่งมอบงาน โดยเฉพาะใน 3 เดือนแรก จะต้องทำการตรวจสอบการทำงานของระบบอาทิตย์ละครั้ง

ค. การ START UP ระบบ ตลอดจนการตรวจสอบและควบคุมระบบ จะต้องอยู่ในความดูแลของวิศวกรสิ่งแวดล้อม หรือผู้ที่มีความรู้ในด้านระบบบำบัดน้ำเสียโดยเฉพาะ

ง. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาทำรายงาน และสรุปผลการเริ่มต้นการทำงานของระบบ (START

UP) และการตรวจสอบการทำงานของระบบ ซึ่งรวมถึงการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อน และหลังออกจากระบบนี้ เสนอต่อเจ้าของโครงการทุกเดือนภายใน 15 วัน นับจากวันตรวจสอบครั้งสุดท้ายของแต่ละเดือน

2. <u>การทำความสะอาด</u>

2.1 หลังจากงานติดตั้งระบบท่อน้ำ ได้เสร็จสิ้นลงเป็นการเรียบร้อยทุกประการแล้ว ผู้รับจ้างต้องหาความสะอาดระบบท่อทั้งหมดรวมทั้งเครื่องสุขภัณฑ์ และอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ติดตั้งในระบบนั้นอย่างทั่วถึงภายนอก และภายในโดยเช็ดถูขัดล้างน้ำมันจาระบีเศษโลหะ และสิ่งสกปรกต่าง ๆ ออกให้หมด

2.2 การทำลายเชื้อ (STERILIZATION) ก่อนส่งมอบงาน ผู้รับจ้างต้องทำการติดตั้งระบบท่อทั้งหมดให้เรียบร้อย และทำการล้างทำลายเชื้อให้ระบบท่อทั้งหมดสะอาดปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ โดยใช้น้ำยาที่มีส่วนผสมของคลอรีนไม่ต่ำกว่า 50 ส่วนในล้าน ซึ่งอาจเป็นคลอรีนเหลว หรือน้ำยา SODIUM HYPOCHLORITE ก็ได้ให้บรรจุยาดังกล่าวนี้เข้าไปในระบบท่อทิ้งไว้เป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 8 ชั่วโมง และในระหว่างระยะเวลานี้ให้เปิด-ปิดวาล์วทั้งหมดที่มีอยู่ในระบบเป็นครั้งคราว ให้น้ำยาไหลผ่านลงท่อระบายไปหลาย ๆ ครั้งเมื่อครบกำหนดเวลาแล้วให้เปิดวาล์วทุกวาล์ว รวมทั้งวาล์วระบายน้ำทิ้งด้วย และใช้น้ำสะอาดไล่น้ำยาให้ออกจากระบบจนทั่ว ปรากฏว่าน้ำที่ออกมามีคลอรีนอยู่ไม่ถึง 0.2 ส่วนในล้านส่วน (PPM) จึงหยุดได้ และถือว่างานทำลายเชื้อในระบบได้เสร็จสิ้นแล้ว

หมวด ญ ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน

1 <u>วัตถุประสงค์</u>

รายละเอียดในหมวดนี้ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ วัสดุ และอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับ ทั้งนี้คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้น ๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่กำหนดไว้ การเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากชื่อที่ให้ไว้นี้ ต้องแสดงเอกสารรายละเอียดและหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอ เพื่อการพิจารณาอนุมัติให้ใช้งาน โดยมีคุณภาพเทียบเท่า

*** ดูที่หมวดที่ 7 ตารางรายการวัสดุ (VENDER LIST)**

หมวด ฎ รายละเอียดและมาตรฐานอุปกรณ์ระบบก๊าซทางการแพทย์ (MEDICAL GAS SYSTEM)

1. เกณฑ์ทำงานกำหนดทั่วไป

ก. วัตถุประสงค์

ผู้ว่าจ้างมีความประสงค์จะจัดหาและติดตั้งระบบ Medical Gas System และอุปกรณ์อำนวยความสะดวกอื่นๆ ของโครงการ

ข. มาตรฐานอุปกรณ์และการติดตั้ง

: ISO 9001	INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION
: NFPA 99	NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION ; U.S.A.
: CGA	COMPRESSED GAS ASSOCIATION INC., U.S.A.
: ASTM	AMERICAN SOCIETY FOR TESTING & MATERIAL
: ASME	AMERICAN SOCIETY FOR MECHANICAL ENGINEERS

ค. ขอบเขตงาน

1. ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้ง และทดสอบอุปกรณ์ระบบ Medical Gas System ดังแสดงไว้ในรูปแบบและรายการละเอียดเพื่อให้ใช้งานได้สมบูรณ์ และถูกต้องตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง
2. เครื่องและอุปกรณ์ทุกชิ้น ต้องเป็นของใหม่ล่าสุดได้มาตรฐานสากลไม่เคยผ่านการใช้ที่ใดมาก่อน และอยู่ในสภาพเรียบร้อยสมบูรณ์จนถึงวันทำการติดตั้ง
3. ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการจัดการขนส่งเครื่องและอุปกรณ์ถึงบริเวณสถานติดตั้งรวมทั้งการเก็บรักษา และป้องกันความเสียหายอันอาจจะเกิดขึ้น เช่น จากดินฟ้าอากาศ, ภัยธรรมชาติจากมนุษย์หรือสัตว์ เป็นต้น จนถึงวันส่งมอบงาน
4. ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้แทนจำหน่ายโดยตรงจากโรงงานผู้ผลิตของอุปกรณ์ระบบจ่ายก๊าซ โดยมีบุคลากรและอะไหล่พร้อมที่จะบริการให้กับทางผู้ว่าจ้าง
5. การติดตั้งการขนส่ง การใช้แรงงาน การเก็บรักษา และการปฏิบัติการต่างๆ ซึ่ง จำเป็นในการดำเนินการติดตั้งให้เป็นไปโดยเรียบร้อยถูกต้อง ตามข้อกำหนดและหลักวิชาการทางวิศวกรรม
6. ผู้รับจ้างจะต้องทำการประกอบ และติดตั้งให้แข็งแรงพร้อมใช้งานได้ดี และก่อนส่งมอบงาน ผู้รับจ้างจะต้องทำการตรวจสอบระบบโดยผู้ทำการตรวจสอบจะต้องได้รับประกาศนียบัตร Medical Gas Inspector Certificate จากสถาบัน ของสหรัฐอเมริกา หรือสามัญวิศวกรเครื่องกล และให้แนบสำเนาพร้อมลงนามรับรองสำเนาเอกสารมาพร้อมกับเอกสารเสนอราคา

7. หากพบว่ามีการขัดแย้งระหว่างรูปแบบ และรายการผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบทันที เพื่อที่จะได้พิจารณาตัดสินต่อไป

8. แบบรูปที่แสดงไว้เป็นแบบทั่วไป (Typical Diagram) ที่แสดงไว้เพื่อให้ผู้รับจ้างทราบถึงแนวทางและหลักการของระบบ รวมทั้งความต้องการของผู้ว่าจ้าง แบบรูปดังกล่าวได้แสดงแนวการเดินท่อต่างๆ และตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ใกล้เคียงกับความเป็นจริงอย่างไรก็ตามในการติดตั้งผู้รับจ้างต้องตรวจสอบ แบบสถาปนิกแบบโครงสร้างและแบบระบบงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด พร้อมทั้งจัดทำแบบหน้างานก่อสร้าง/ติดตั้ง (Shop Drawing) เสนอให้ผู้ว่าจ้างทำการพิจารณาเห็นชอบก่อนทำการติดตั้งจริงทุกครั้ง เพื่อให้งานติดตั้งดำเนินไปโดยสะดวกไม่ขัดแย้งกับระบบงานอื่น มีความถูกต้องทางด้านเทคนิคในทุกๆ ทางและสามารถทำงานในภายหลังได้เป็นอย่างดี

ง. วัสดุและอุปกรณ์

1. ถ้าผู้ว่าจ้างเห็นว่าวัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้มีคุณสมบัติไม่ดี เท่าที่กำหนดไว้ในรายการ ผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะไม่ยอมให้นำมาใช้ในงานนี้ ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างมีความเห็นว่าควรส่งให้สถาบันที่ผู้รับจ้างเชื่อถือทำการทดสอบคุณสมบัติ เพื่อเปรียบเทียบกับข้อกำหนดความต้องการของผู้ว่าจ้างก่อนที่จะอนุมัติให้นำมาใช้ได้ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการให้โดยมิชักช้า และผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

2. วัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งเป็นของใหม่ และไม่เคยถูกนำไปใช้งานมาก่อน

3. หากมีความจำเป็นเกิดขึ้นอันกระทำให้ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาวัสดุหรืออุปกรณ์ ตามที่ได้แจ้งรายละเอียด และ/หรือ แสดงตัวอย่างแก่ผู้ว่าจ้างผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุ หรืออุปกรณ์อื่นมาทดแทนโดยผู้รับจ้างจะต้องชี้แจงเปรียบเทียบรายละเอียดของสิ่งของดังกล่าว พร้อมทั้งแสดงหลักฐานข้อพิสูจน์จนเป็นที่พอใจแก่ผู้ว่าจ้าง เพื่อรับความเห็น ชอบจากผู้ว่าจ้าง โดยฉับพลัน

- จ.การตรวจสอบแบบและรายการ

1. ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบและรายการข้อกำหนดต่างๆ จนแน่ใจว่าเข้าใจถึงข้อกำหนดและเงื่อนไขต่างๆ โดยแจ้งชัด

2. เมื่อมีข้อขัดแย้งระหว่างแบบและรายการ หรือข้อสงสัยหรือข้อผิดพลาดเกี่ยวกับแบบและรายการให้สอบถามจากผู้ออกแบบโดยตรงและการตีความในข้อขัดแย้งใดๆ ให้ตีความไปแนวที่ดีกว่าถูกต้องกว่าหรือมีวัสดุ อุปกรณ์ที่มีคุณภาพดีกว่า ครบถ้วนกว่าทั้งสิ้น

ฉ. แบบสร้างจริง (AS-BUILT DRAWING)

1. ในระหว่างดำเนินการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องทำแผนผังและแบบตามที่สร้างจริงแสดงตำแหน่งของอุปกรณ์และการติดตั้งอุปกรณ์ตามที่เป็นจริง รวมทั้งการแก้ไขอื่นๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างการติดตั้ง

2. แบบสร้างจริงนี้ วิศวกรผู้ควบคุมการติดตั้งของผู้รับจ้างจะต้องลงนามรับรองความถูกต้อง และส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง 4 ชุด ในวันส่งมอบงาน แบบนี้ประกอบด้วยแบบต้นฉบับเขียนในกระดาษไขสามารถพิมพ์ได้ 1 ชุด และแบบพิมพ์เขียวอีก 3 ชุด มีขนาดและมาตราส่วนเดียวกันกับของผู้ออกแบบหรือแบบใช้งาน รวมถึง Electronic File (AUTO CAD 2019) บรรจุในแผ่น CD อีก 1 ชุด

ช. การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่รักษาเครื่อง

1. ผู้รับจ้างจะต้องการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่องและรักษาเครื่องของผู้ว่าจ้างให้มีความรู้ความสามารถในการใช้งาน และการบำรุงรักษาก่อนส่งมอบงาน

2. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างผู้มีความชำนาญในระบบต่างๆ ที่ได้รับการฝึกงานจาก โรงงานผู้ผลิตมาช่วยเดินเครื่อง และควบคุมเครื่องเป็นระยะเวลาติดต่อกันอย่างน้อย 7 วัน ติดต่อกันภายหลังจากส่งมอบงาน

ซ. หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์

1. ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วยวิธีการใช้ และระยะเวลาของการบำรุงรักษารายการอะไหล่และอื่นๆเป็นภาษาไทย และ/หรือภาษาอังกฤษสำหรับเครื่องและอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ผู้รับจ้างนำมาใช้ จำนวน 2 ชุด มอบให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน

2. หนังสือคู่มือทั้งหมดผู้รับจ้างต้องส่งร่างเสนอผู้ว่าจ้าง 2 ชุด เพื่อตรวจสอบและอนุมัติก่อนการส่งมอบจริง

ฌ. การรับประกัน

ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพและสมรรถนะของเครื่องภายในระยะเวลา 2 ปี นับจากวันที่เครื่องติดตั้งแล้วเสร็จและส่งมอบงานแล้ว

ภายในช่วงเวลาดังกล่าว หากเครื่องและอุปกรณ์เสียหายหรือเสื่อมคุณภาพอันเนื่องจาก โรงงานผลิต ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพดีเช่นเดิม โดยไม่ต้องชักช้าและรับผิดชอบในค่าใช้จ่ายทั้งหมด ถ้าเกิดความเสียหายแก่ทรัพย์สินของผู้ว่าจ้าง อันเนื่องจากข้อบกพร่องของงานของผู้รับจ้างให้ผู้รับจ้างรับผิดชอบแก่ความเสียหายอันพึงมีนั้นด้วย

ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันในการเปลี่ยนและ/หรือแก้ไขวัสดุอุปกรณ์และงานข้อกำหนด รวมทั้งข้อผิดพลาด ซึ่งผู้ว่าจ้างตรวจพบไม่ว่าก่อนหรือหลังจากการตรวจรับงาน

ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันอุปกรณ์ของระบบต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นทำการแก้ไขสิ่งที่ไม่ถูกต้องจะต้องเปลี่ยนหรือซ่อมวัสดุและอุปกรณ์ที่เสียหายหรือเสื่อมคุณภาพดังกล่าวให้ใหม่ รวมทั้งการบริการรายเดือนและในกรณีฉุกเฉิน ภายในระยะเวลา 2 ปี นับจากวันส่งมอบงาน หากผู้รับจ้างไม่เริ่มแก้ไขนับแต่วันที่มี

หนังสือแจ้งจากผู้ว่าจ้างและดำเนินการให้เสร็จเรียบร้อย ในระยะเวลาที่กำหนด ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะดำเนินการเอง แล้วคิดค่าใช้จ่ายทั้งหมดจากผู้รับจ้าง

ญ. การส่งมอบงาน

1. ผู้รับจ้างต้องเปิดเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานเต็มที่หรือพร้อมที่จะใช้งานได้เต็มที่เป็นเวลา 24 ชั่วโมงติดต่อกันก่อนส่งมอบงาน
2. ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบวัสดุและอุปกรณ์ ตามที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้ทดสอบจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ และแน่ใจของผู้ว่าจ้างว่าวัสดุและอุปกรณ์เหล่านี้ สามารถทำงานได้ดีถูกต้องตามข้อกำหนดทุกประการ
3. รายการสิ่งของต่างๆ ต่อไปนี้ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง ในวันส่งมอบงานถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจสอบใบมอบงานด้วยคือ
   - แบบสร้างจริง
   - หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ ซึ่งโรงงานผู้ผลิตส่งมาด้วย
   - อะไหล่ต่างๆ ตามข้อกำหนด (ถ้ามี)
4. ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการทดสอบงานระบบ และตรวจรับมอบงานอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

2. วัสดุท่อและข้อต่อ

ก. ท่อทั้งหมดที่ใช้ในระบบแก๊สทางการแพทย์ (Medical Pipe System) โดยทั่วไปให้ใช้ท่อทองแดงที่ไม่มีตะเข็บตามมาตรฐาน ASTM B-88, Type-L เพื่อใช้เชื่อมต่อกับ Braze-Joint Fitting ท่อที่เดินลอยอยู่ภายนอกให้ใช้ Hard Temper สำหรับท่อสูญญากาศทางทันตกรรม (Low Vacuum) ให้ใช้ท่อพีวีซีสีฟ้าตามมาตรฐาน มอก. 17-2532 ประเภท 13.5 ต่อเชื่อมด้วยกาวและทำการเชื่อมทับด้วยลวดเชื่อมพีวีซี

ข. ข้อต่อ (Fitting) เป็นข้อต่อของทองแดงแบบหนาไม่น้อยกว่าท่อ และเป็นแบบที่ใช้เชื่อมโดยเฉพาะ

ค. การเชื่อมโลหะ (Brazing Alloy) ระหว่างท่อทองแดงกับข้อต่อให้ใช้ Silver Brazing Alloy แบบ Aircosil หรือมีคุณภาพเท่าเทียมกัน มีจุดหลอมตัวไม่น้อยกว่า 1000 องศาฟาเรนไฮท์

ง. Flux ให้ใช้เป็นแบบ Aircosil หรือมีคุณภาพเทียบเท่ากัน ห้ามใช้หรือสารผสมแอลกอฮอล์ หรือ Resin

จ. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อที่ระบุในแบบ ให้ถือเป็น Norminal Diameter ทั้งหมด

3. ข้อกำหนดเกี่ยวกับการติดตั้ง

ก. การเดินท่อทุกระบบ จะต้องใช้ช่างที่มีความชำนาญมีฝีมือ และความประณีตเป็นพิเศษ ในการเชื่อมท่อและประกอบเครื่องมือ ภายใต้การควบคุมและดูแลของผู้รับผิดชอบอย่างใกล้ชิด การติดตั้งจะต้องเป็นไปตามหลักวิชาการอย่างเคร่งครัดตามข้อกำหนดของ NFPA 99 Standard On Gas and Vacuum Systems

ข. การทำความสะอาดท่อทองแดง, ข้อต่อและวาล์วต้องล้างให้สะอาดก่อนการติดตั้งนั้นให้ใช้น้ำร้อนผสม Sodium Carbonate หรือผสม Trisodium Phosphase โดยใช้ส่วนผสม 1 ปอนด์ ของสารผสมต่อน้ำ 3 แกลลอน ทั้งนี้เพื่อกำจัดน้ำมันหรือไขมันที่มีอยู่ภายในท่อให้หมดไป การทำความสะอาดนี้อาจจะต้องขัดถูหรือเขย่าให้สิ่งที่จับอยู่บนส่วนต่างๆ เหล่านี้ออกให้หมดเสร็จแล้วต้องเก็บไว้ด้วยความระมัด ระวังต้องใส่ฝาครอบหรืออุดท่อไม่ให้สิ่งสกปรกเข้าไปได้ ถ้าใช้เครื่องมือตัดหรือทำเกลียว หรือบานปากท่อ ต้องระวังไม่ใช้น้ำมันหรือไขมันหล่อลื่นเข้าไปในท่อได้ ถ้าท่อสกปรกอีกจะต้องนำไปล้างให้สะอาดใหม่

ค. การต่อท่อ, ข้อต่อขนาดต่างๆ เมื่อเชื่อมเข้ากับท่อทองแดงต้องระวังไม่ให้ Flux เหลือค้างภายในท่อหรือข้อต่อ เมื่อเชื่อมเสร็จแล้วต้องแปรงและ/หรือ เช็คล้างรอยต่อภายนอกให้สะอาดถ้าการต่อท่อกับอุปกรณ์ที่เป็นเกลียวต้องใช้ Adaptor ทาเกลียวภายนอกด้วยสารผสมของ Litharge และ Glycerin ในอัตรา ส่วน 1 ต่อ 4 โดยทาไม่ให้ถึงเกลียวแรกที่ปลายท่อเด็ดขาด

ง. การงอท่อจะต้องใช้เครื่องมืองอท่อให้ส่วนโค้งมีรัศมีไม่น้อยกว่า 5 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์ กลางท่อ แต่ในกรณีที่จำเป็นต้องใช้ข้อต่อให้ใช้ Wrought Copper, Brass of Bronze Designed Fittings

จ. การประกอบและติดตั้งท่อ จะต้องตัดท่อทองแดงและประกอบให้มีความยาว ที่เหมาะสมกับงานที่จะติดตั้งและเมื่อติดตั้งแล้วต้องไม่ให้เกิดมีแรงสปริงหรือแรงดึงในท่อได้

ฉ. การจับยึดท่อจะต้องสร้าง Support เฉพาะระบบนี้และใช้คลิฟท์จับยึดท่อเป็นระยะให้ถูกต้อง โดยให้น้ำหนักทั้งหมดของท่อรองรับอยู่ที่คลิฟท์ ไม่ใช่ที่ข้อต่อ โดยกำหนดระยะห่างกันดังนี้

ขนาด	ระยะแนวตั้ง		ระยะแนวนอน	
Nominal				
Pipe bore inches	ฟุต	เมตร	ฟุต	เมตร
3/8	4	1.2	3	1
1/2	6	1.8	4	1.2
3/4	8	2.4	6	1.8
1	8	2.4	6	1.8
1 1/4	10	3.0	8	2.4
1 1/2	10	3.0	8	2.4
2	10	3.0	9	2.7
3	12	3.6	10	3.0

ช. การทาสีและให้สัญลักษณ์ท่อที่ติดตั้งบนผนัง ให้ใช้สีน้ำมันทาโลหะ เพื่อให้สัญลักษณ์ง่ายต่อการมองเห็นและเพื่อการซ่อมแซมในอนาคต ให้ทาสีมีระยะห่างไม่เกิน 6 เมตร หรือแต่ละห้องโดยให้สัญลักษณ์สากลโดย

1. OXYGEN	สีเขียว
2. AIR	สีเหลือง
3. HIGH PRESSURE AIR	สีดำ
4. VACUUM	สีขาว
5. NITROUS OXIDE	สีน้ำเงิน

ฌ. ท่อออกซิเจนที่เดินเข้าหัวจ่ายก๊าซ ให้เดินในช่องที่ผู้ออกแบบได้ออกแบบไว้หรือช่องท่อเดิมที่มีอยู่

ญ. ท่อที่ฝังในดินหรือโครงสร้างจะต้องป้องกันการกัดกร่อนและการบุบสลาย และจะต้องหลีกเลี่ยงการเดินท่อที่อาจจะเกิดอันตรายได้ เช่น การเดินท่อใกล้กับท่อไอน้ำ, น้ำมัน

ฎ. ช่องเปิดในการติดตั้งจะต้องปกปิดให้มิดชิด และวัสดุที่ใช้จะต้องสามารถทนไฟได้ไม่น้อยกว่าผนังที่เปิดนั้น

ฏ. ข้อต่อเกลียวจะต้องใช้เทป Polytetrafluorethyllent (Teflon) และเทปพันเกลียวจะพันที่ข้อต่อตัวผู้เท่านั้น

ฐ. การเดินท่อให้เดินท่อในช่องเดินท่อที่กำหนดให้เท่านั้น ห้ามเดินท่อในปล่องลิฟต์, ช่องเดินท่อไฟฟ้า หรือบริเวณที่ใดๆ ที่อาจทำให้เกิดอันตรายได้อย่างเด็ดขาด

ฑ. ขณะทำการเชื่อมต่อท่อทองแดงจะต้องใช้ก๊าซเฉื่อย เช่น ไนโตรเจนบริสุทธิ์หรือคาร์บอนไดออกไซด์ ไล่อากาศ (ออกซิเจน) ออกจากภายในท่ออยู่ตลอดเวลา เพื่อป้องกันการเกิดเขม่าภายในท่อทองแดง ตามมาตรฐาน NFPA 99 หน้า 49 หัวข้อ C

4. การทดสอบ

ก. เป่าท่อให้สะอาดเมื่อได้เดินท่อเสร็จเรียบร้อยแล้วและก่อนที่จะติดตั้งเอ้าท์เลท ต้องใช้อากาศหรือไนโตรเจน ที่ปราศจากละอองน้ำ, น้ำมัน เป่าเข้าไปในระบบท่อเพื่อไล่เศษผงต่างๆออกและกำจัดละอองไอน้ำที่เกาะอยู่ในท่อ

ข. การทดสอบรอยบัดกรีที่ข้อต่อต่างๆ เมื่อติดตั้งระบบท่อเสร็จแล้วให้อัดระบบท่อด้วยอากาศหรือไนโตรเจน ที่ปราศจากละอองน้ำ, น้ำมัน ให้ได้ความดัน 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว รักษาความดันให้คงที่ และตรวจรอยเชื่อมบัดกรีทุกจุดว่ารั่วหรือไม่ โดยใช้น้ำสบู่เมื่อทดสอบเสร็จให้ทำความสะอาด จัดการซ่อมรอยรั่วทั้งหมดและทำการทดสอบเช่นนี้อีก จนกระทั่งไม่ปรากฏรอยรั่วอีก

ค. ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบระบบท่อทั้งหมด โดยใช้อากาศหรือไนโตรเจนที่ปราศจากละอองน้ำ ให้ได้ความดัน 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว แล้วทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ความดันจะลดลงไม่ได้เลย

ง. การทดสอบการทำงานให้ทดสอบการทำงานของ ชุดจ่ายแก๊ส, ระบบอลาร์ม, โซนวาล์ว ให้ถูกต้องตามความประสงค์ในแบบและรายการ

จ. การทดสอบการเชื่อมบัดกรีท่อสลับกัน (Test Cross Connection) โดยทำการทอสอบระบบท่อแก๊สทีละอย่างจนครบ

ฉ. ผู้รับจ้างจะต้องทดสอบระบบท่อจ่ายก๊าซฯ อย่างเต็มรูปแบบ (Complete System Inspection Verification) โดยจะต้องส่งมอบรายงานการตรวจสอบอย่างละเอียด ส่งมอบต่อผู้ว่าจ้าง

5. MEDICAL SERVICE OUTLETS

หัวจ่ายก๊าซ (Wall Outlet) สำหรับออกซิเจน และแวคคั่ม มีลักษณะทั่วไปดังนี้

ก. ตัวเรือนเป็นวัสดุ Diecast Aluminum แบบฉีดขึ้นรูปพร้อมฝาหน้า Outlet ของก๊าซ แบ่งแยกสัญลักษณ์สีของก๊าซ คือ ออกซิเจน จะเป็นสีเขียว, ไนตรัสออกไซด์ จะเป็นสีน้ำเงิน แอร์ จะเป็นสีเหลือง, ส่วนแวคคั่ม จะเป็นสีขาว **โดยฝาด้านหน้าหัวจ่ายทำด้วยวัสดุ Diecast Chrome Plated** และมีร่องเสียบหัวจ่ายเป็นชนิด Diamond Quick Connector หัวจ่ายแต่ละชนิดของก๊าซจะต้องออกแบบเฉพาะแต่ละชนิดเพื่อป้องกันการสลับหน้าในการติดตั้ง (Non Inter Changeable) และฝาหน้าแต่ละก๊าซสามารถเปิดออกได้ เพื่อประโยชน์ในการซ่อมบำรุง โดยไม่จำเป็นต้องปิดก๊าซที่ส่งมาขณะทำการซ่อม

ข. หัวจ่ายก๊าซ มีวาล์วอัตโนมัติปิดได้เอง เมื่อถอดหัวเสียบ (Adaptor Jack) ออกหลังจากเลิกใช้งานแล้ว และเปิดได้เมื่อเสียบหัวเสียบเข้าเพื่อจะใช้งานประกอบด้วย 2 Check Valve (Primary And Secondary) เพื่อป้องกันการรั่ว Leaking, ตัวPrimary Check Valve ทำด้วย Stainless Steel Ball Check Valve ทนทานต่อการแตกหัก

ค. หัวจ่ายก๊าซ มีรูสำหรับสลักล็อคแบบ 2 ขา รูปสี่เหลี่ยมของหัวเสียบที่แตกต่างกันเพื่อป้องกันการผิดพลาดในการใช้งาน

ง. ที่แขวนขวด Suction (Wall Slide) ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้ง Wall Slide ชนิดฉีดขึ้นรูปด้วย Extruded Anodized Aluminum สำหรับแขวนขวด Suction ตามตำแหน่งที่ระบุในแบบโดย Wall Slide ให้เป็นผลิตภัณฑ์จากโรงงานผู้ผลิต

จ. หัวจ่ายก๊าซเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับรองมาตรฐานการผลิตตามมาตรฐาน UL และมีคุณสมบัติทั่วไปตรงตามมาตรฐาน NFPA.

6. โซนวาวล์ (Zone Valve) <u>เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต</u>

ก. Valve เป็นชนิด 3-Piece Bronzed-Bodied Ball Valve แบบ Full Bore Port ออกแบบเพื่อใช้งานได้ที่แรงอัดดัน 34 กก./ตร.ซม. (500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ตัว Valve ปิด/เปิด 90 องศา โดยหมุนเดือยด้ามจับและมีชื่อก๊าซปิดแสดงเพื่อการใช้งานนั้น

ข. Valve ที่บรรจุในกล่องตัว Valve จะต้องมีคุณสมบัติดังข้อ ก. พร้อมมาตรวัดแรงดันขนาด Dia. 2" ของแต่ละก๊าซ ตัวกล่องบรรจุ Valve ทำด้วย Galvanized Steel หรือ Extrude Anodized Aluminum พ่นสี ตัว - Finishing Frame ทำด้วยอะลูมิเนียมอะโนไดซ์ประกอบเข้ากับตัวกล่องมีหน้าต่างปิดด้วยแผ่นพลาสติก (Clear Removable Vinyl Window With Pull Ring) เพื่อเปิดฉุกเฉินโดยไม่ต้องใช้เครื่องมือ และมีอักษรบอก Caution Medical Gas Valves Do Not Close Except In Emergency This Valve Control Supplies To: ……..……..

7. **ระบบสัญญาณเตือน** (Medical Gas Alarm)

ให้ติดตามตำแหน่งที่แสดงในแบบแปลนมีรายละเอียดดังนี้

- ระบบสัญญาณแสงและเสียง Medical Gas Alarm Digital Display Line Pressure Alarm (Area Alarm)

เป็นระบบ Microprocessor เพื่อใช้งานควบคุมระบบทุกระบบ มีสัญญาณไฟเขียวแสดงการทำงานปกติ และจะดับเมื่อเกิดสัญญาณที่ควบคุมผิดพลาด เช่น ความกดดันแก๊สออกซิเจนต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในขณะเดียวกันจะเกิดสัญญาณเสียงและแสงที่ช่องของระบบนั้น มีหน้าปัทม์แสดงผลด้วยตัวเลข (Digital) ของแต่ละระบบแสดงความกดดันของแก๊สตลอดเวลา และมีปุ่มทดสอบสัญญาณเสียงและแสงทั้งหมดของระบบเพื่อตรวจสอบการทำงานของเครื่อง โดยตัว Area Alarm นั้นให้ติดตั้งตามตำแหน่งที่แสดงในแบบ**เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต**

หมวดที่ 6 รายการประกอบแบบงานปรับอากาศและระบายอากาศ

หมวดที่ 1 ข้อกำหนดและขอบเขตของงาน

บทนำ

ผู้ว่าจ้างมีความประสงค์จะว่าจ้างให้ผู้รับจ้างดำเนินการจัดหาและติดตั้งระบบปรับอากาศ และอุปกรณ์ประกอบเพื่ออำนวยความสะดวกตามขอบเขตของงานที่กำหนดไว้ในแบบแปลน เพื่อให้ผู้รับจ้างใช้เป็นแนวทางในการคิดราคาจัดหาและติดตั้งเครื่องจักรอุปกรณ์ให้ครบถ้วนสมบูรณ์แบบจนใช้งานได้ดี ถ้ามีปัญหาหรือข้อขัดแย้งใด ๆ ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งผู้ควบคุมงานเพื่อขอคำปรึกษาจากผู้ออกแบบ เพื่อหาข้อยุติ มิฉนั้นจะถือว่าผู้รับจ้างได้ศึกษาและเข้าใจรูปแบบและรายละเอียดประกอบแบบอย่างสมบูรณ์เรียบร้อยแล้ว จะโต้แย้งภายหลังไม่ได้ โดยระบบปรับอากาศและระบายอากาศจะต้องประกอบไปด้วยอุปกรณ์อย่างน้อยดังต่อไปนี้

ระบบปรับอากาศ และระบายอากาศประกอบด้วย

ก. CHILLER

ข. CHILLED WATER PUMP

ค. PIPING AND INSULATION

ง. VALVES AND ACCESSORIES

จ. AIR HANDLING UNIT, FAN COIL UNIT

ฉ. SPLIT-TYPE AIR CONDITIONING UNIT

ช. EXHAUST AND VENTILATION FAN

ช. DUCT AND INSULATION

ญ. ELECTRICAL AND CONTROL FOR AIR CONDITION AND VENTILATION SYSTEM

ฌ. อื่น ๆ ตามที่ระบุในแบบและรายการประกอบแบบ

ผู้รับจ้างระบบไฟฟ้าจะเป็นผู้ดำเนินการติดตั้ง JUNCTION BOX หรือตู้ LOAD CENTER พร้อมสายไฟฟ้าเข้าตู้ LOAD CENTER และลูกย่อย CIRCUIT ให้ครบถ้วนตามรายการประกอบแบบ

หมวดที่ 2 รายละเอียดข้อกำหนดทั่วไป

2.1 อุณหภูมิของสภาวะอากาศภายนอกที่ใช้ในการออกแบบเท่ากับ 95° FDB, 83 ° FWB

2.2 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น อุณหภูมิของสภาวะอากาศภายในห้องปรับอากาศเท่ากับ 78° FDBความชื้นสัมพัทธ์ 55%

2.3 สถาบันมาตรฐาน มาตรฐานทั่วไปของวัสดุอุปกรณ์ การประกอบและติดตั้งให้ยึดถือตามรายละเอียดข้อกำหนดฉบับนี้ รวมทั้งยึดถือตามรายละเอียดในแบบชุดแนบสัญญา

รายละเอียดข้อกำหนดที่ไม่ได้กล่าวถึงให้ยึดถือตามมาตรฐานดังนี้

(1)	ARI	-	AIRCONDITIONING AND REFRIGERATION INSTITUTE
(2)	ANSI	-	AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE
(3)	ASHRAE	-	AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS
(4)	ASME	-	AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS
(5)	ASTM	-	AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIAL
(6)	AWS	-	AMERICAN WELDING SOCIETY
(7)	BS	-	BRITISH STANDARD
(8)	EIT	-	ENGINEERING INSTITUTE OF THAILAND
(9)	IEC	-	INTERNATIONAL ELECTRICAL COMMISSIONS
(10)	MEA	-	METROPOLITAN ELECTRICITY AUTHORITY
(11)	PEA	-	PROVINCIAL ELECTRICAL AUTHORITY
(12)	NEC	-	NATIONAL ELECTRICAL CODE
(13)	NEPA	-	NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION
(14)	NEMA	-	NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTERES ASSOCIATION
(15)	SMACNA	-	SHEET METAL AND AIR-CONDITIONING CONTRACTOR NATIONAL ASSOCIATION INC
(16)	TISI	-	THAI INDUSTRIAL STANDARD INSTITUTE
(17)	MSS	-	MANUFACTURERS STANDARDIZATION SOCIETY

2.4 สถาบันตรวจสอบ

ในกรณีที่ห้องทดสอบคุณภาพวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้งานตามสัญญานี้ อนุมัติให้ทดสอบในสถาบัน ดังต่อไปนี้

ก. คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ค. กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

ง. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี

จ. สถาบันอื่น ๆ ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป และได้รับความเห็นชอบจากเจ้าของโครงการ

หมวดที่ 3 ความรับผิดชอบ

3.1 การสำรวจบริเวณก่อสร้าง

ผู้รับจ้างต้องสำรวจตรวจสอบสถานที่ก่อสร้างก่อนการติดตั้ง วัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อศึกษาถึงลักษณะและสภาพทั่วไป ของสิ่งก่อสร้างที่มีอยู่ รวมทั้ง สาธารณูปโภคต่าง ๆ ให้ มีความเข้าใจเป็นอย่างดี

3.2 การตรวจสอบแบบ รายการ และข้อกำหนด

3.2.1 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบ รายการและข้อกำหนดต่าง ๆ จนเข้าใจถึงเงื่อนไขต่าง ๆโดยละเอียด เมื่อมีข้อสงสัยหรือพบข้อผิดพลาดให้สอบถามจากผู้คุมงานเพื่อวินิจฉัยก่อนดำเนินการ

3.2.2 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบรายละเอียดจากแบบสถาปัตย์ และโครงสร้างพร้อมไปกับแบบทางวิศวกรรมสาขาอื่น ๆ ที่ปรากฏในโครงการนี้ก่อนการติดตั้งวัสดุ อุปกรณ์เสมอ เพื่อขจัดข้อขัดแย้งโดยจะอ้างหรือโต้แย้งมิได้

3.2.3 ในกรณีที่ข้อความหรือรายละเอียดในข้อกำหนดขัดกับแบบแปลน หรือแตกต่างจากแบบแปลนให้ถือการวินิจฉัยของผู้ออกแบบเป็นการชี้ขาด

3.3 พนักงาน

3.3.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิศวกร หัวหน้าช่าง และช่างชำนาญงานที่มีประสบการณ์ความสามารถที่เหมาะสมกับงานที่ได้รับมอบหมายเข้ามาปฏิบัติงานโดยมีวิธีการจัดงานและทำงานที่ถูกต้องตามหลักวิชาการและมีจำนวนเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงานได้ทันที และแล้วเสร็จทันตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ

3.3.2 วิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการของผู้รับจ้าง ต้องเป็นวิศวกรที่ได้รับใบอนุญาติประกอบวิชาชีพวิศวกรควบคุมตามพระราชบัญญัติควบคุมวิชาชีพวิศวกรรม

3.3.3 วิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการของผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินงาน และควบคุมการติดตั้งให้เป็นไปตามแบบรายการและข้อกำหนดให้ถูกต้องตามหลักวิชา และวิธีปฏิบัติซึ่งเป็นที่ยอมรับ การลงนามในเอกสารขณะปฏิบัติงานจะถือเป็นความผูกพันของผู้รับจ้างไม่ว่ากรณีใด ๆ ผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริงต่าง ๆ เพื่อประโยชน์ของตนมิได้

3.3.4 เจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนพนักงานที่เห็นว่าฝีมือการปฏิบัติงานไม่ดีพอ หรืออาจก่อความเสียหายหรือก่อให้เกิดอันตราย ผู้รับจ้างต้องจัดหาพนักงานใหม่ที่มีประสิทธิภาพดีพอมาทำงานแทนโดยทันที และค่าใช้จ่ายใด ๆ ที่ เกิดขึ้นให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

3.3.5 ผู้รับจ้างต้องเสนอชื่อ ประวัติ และผลงานของวิศวกร และหัวหน้าช่างทุกคน พร้อมทั้งตำแหน่งหน้าที่การปฏิบัติงานในโครงการพิจารณาอนุมัติก่อนเริ่มโครงการ

3.4 การติดตั้งและค่าธรรมเนียม

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ผู้รับจ้างเป็นผู้ติดต่อประสานงานกับหน่วยงานของรัฐหรือเอกชนในระบบที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้างเพื่อให้ได้มาซึ่งความสมบูรณ์ของระบบประกอบอาคารนั้น สำหรับใช้ในโครงการ โดยค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการติดต่อดำเนินงานรวมถึงค่าธรรมเนียม และค่าดำเนินการที่เรียกเก็บโดยหน่วยงานของรัฐหรือเอกชน ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น ทั้งนี้ยกเว้นค่าประกันมิเตอร์

3.5 การจัดหาน้ำประปา ไฟฟ้า โทรศัพท์ ฯลฯ เพื่อใช้ระหว่างการก่อสร้าง

3.5.1 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นผู้รับจ้าง ต้องเป็นผู้จัดหาน้ำประปา ไฟฟ้า โทรศัพท์ ฯลฯ ซึ่งเกี่ยวพันกับระบบงานในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างสำหรับใช้ในการก่อสร้าง

3.5.2 ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับผู้รับจ้างงานอาคารเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้างซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

3.5.3 ผู้รับจ้างต้องให้ข้อมูลกับผู้รับจ้างงานอาคารเกี่ยวกับปริมาณ ขนาด และรายละเอียดอื่น ๆ ที่จำเป็นเพื่อรวบรวม และดำเนินการติดต่อกับหน่วยงานต่าง ๆ ของรัฐหรือ เอกชนในการขออนุมัติใช้บริการดังกล่าว

3.5.4 การติดตั้งท่อ อุปกรณ์ ฯลฯ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้บริการซึ่งอยู่ในบริเวณที่อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างให้ผู้รับจ้างดำเนินการเอง

3.6 การทำงานนอกเวลาทำการปกติ หากผู้รับจ้างมีความประสงค์ที่จะทำงานในช่วงเวลาทำงานที่เกินเวลา 8 ชั่วโมง ในวันทำงานปกติและทำงานล่วงเวลาในวันอาทิตย์ วันนักขัตฤกษ์หรือ วันที่ทางราชการกำหนดให้เป็นวัน หยุดราชการ ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้คุมงานทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 1 วัน เพื่อขออนุมัติทำงานล่วงเวลา โดยผู้คุมงานจะพิจารณาอนุมัติตามความเหมาะสม ในกรณีที่การทำงานนั้นจำเป็นต้องมีผู้คุมงานอยู่ควบคุม ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับภาระออกค่าใช้จ่ายในการทำงานล่วงเวลาของผู้คุมงาน

3.7 การเสนอรายละเอียดวัสดุ อุปกรณ์ เพื่อขออนุมัติ

3.7.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียด (SUBMITTAL DATA) ของวัสดุ อุปกรณ์เสนอผู้ควบคุมงานเพื่อส่งผู้ออกแบบพิจารณาอนุมัติภายใน 30 วัน หลังจากวันทำสัญญา จำนวน 3 ชุด (ต้นฉบับ 1 + สำเนา 2) รายการใดที่ยังไม่อนุมัติ ห้ามนำเข้ามายังบริเวณหน่วยงานโดยเด็ดขาด

3.7.2 รายละเอียดวัสดุ อุปกรณ์แต่ละอย่าง ให้เสนอแยกกันโดยรวบรวมข้อมูลเรียงลำดับให้เข้าใจง่าย พร้อมทั้งแนบเอกสารสนับสนุน เช่น แค๊ตตาล๊อก และมีเครื่องหมาย ชี้บอกรุ่น ขนาดและความสามารถเพื่อประกอบการพิจารณา

3.7.3 ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายการคำนวณ TOTAL DYNAMIC HEAD ของ PUMP ทั้งหมดประกอบการขออนุมัติ โดยต้องคำนวณจากค่า PRESSURE DROP ของอุปกรณ์ที่ขออนุมัติใช้ และแนวท่อน้ำตาม SHOP DRAWING

3.7.4 ผู้รับจ้างต้องประทับตราเครื่องหมาย ชื่อบริษัท หรือลงชื่อกำกับเอกสารทุกชิ้นที่เสนอ เพื่อขออนุมัติ

3.8 การจัดทำแบบก่อสร้าง

3.8.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบก่อสร้าง (SHOP DRAWING) ส่งให้ผู้ควบคุมงานภายใน 45 วัน นับจากวันเซ็นสัญญา โดยจัดส่งเป็นพิมพ์เขียว 3 ชุด เพื่อให้ผู้ออกแบบอนุมัติหากกรณีต้องแก้ไขเปลี่ยนแปลงให้เสนอผู้ออกแบบเพื่อพิจารณา สำหรับแบบที่ได้รับการอนุมัติและประทับข้อความ " APPROVED " แจ้งให้ผู้รับจ้างส่งแบบดังกล่าวให้ผู้ควบคุมงานอีก 3 ชุด(พิมพ์เขียว 3 ชุด) ภายใน 7 วัน นับจากวันได้รับการอนุมัติเพื่อประทับข้อความ " FINAL FOR CONSTRUCTION"

3.9 การจัดทำตารางแผนงาน

ผู้รับจ้างทำตารางแผนงานแสดงรายละเอียดจำนวนพนักงาน การส่งเครื่อง และอุปกรณ์เข้าสถานที่ติดตั้ง การติดตั้งและการแล้วเสร็จของงานแต่ละขั้นตอนเพื่อประกอบการประสานงานเสนอต่อผู้คุมงานเป็นระยะ ๆ ตารางแผนงานนั้นจะต้องได้รับการปรับปรุงให้สอดคล้องกับแผนงานก่อสร้างอยู่เสมอ ตารางแผนงานที่ต้องส่งให้ผู้ควบคุมงานมีดังนี้:-

ก. MASTER SCHEDULE

ข. MONTHLY SCHEDULE

ค. TWO WEEK SCHEDULE

ง. DAILY WORK REQUEST

MASTER SCHEDULE ต้องส่งให้ผู้ควบคุมงานภายใน 1 เดือน นับจากวันเซ็นสัญญา

3.10 การจัดทำรายงานผลความคืบหน้าของงาน

3.10.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงานการปฏิบัติงานประจำวัน และสรุปผลเป็นรายเดือนส่งให้ผู้คุมงานจำนวน 2 ชุด สำหรับรายงานประจำวัน และ 2 ชุดสำหรับรายงานประจำเดือนทุกสัปดาห์แรกของเดือนตั้งแต่เริ่มเข้าปฏิบัติงานจนถึงวันส่งมอบงาน

3.10.2 รายงานดังกล่าวประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้ :-

ก. จำนวน และตำแหน่งหน้าที่ของพนักงานทั้งหมดที่เข้าปฏิบัติงาน

ข. จำนวนวัสดุ อุปกรณ์ที่นำเข้ามายังหน่วยงาน

ค. รายละเอียดงานที่ปฏิบัติ

ง. วันที่ได้รับคำสั่งแก้ไข หรือเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานจากผู้ควบคุมงาน

จ. วันที่เสนอแบบใช้งานและรับแบบแก้ไขจากผู้ควบคุมงาน

ฉ. เหตุการณ์พิเศษอื่น ๆ เช่น อุบัติเหตุ ฯลฯ

3.11 การประชุมโครงการ

ผู้รับจ้างต้องเข้าร่วมประชุมโครงการ และประชุมในหน่วยงานซึ่งจัดให้มีขึ้นเป็นระยะ ๆ โดยผู้รับจ้างงานอาคารหรือผู้คุมงาน ผู้เข้าร่วมประชุมต้องมีอำนาจในการตัดสินใจสั่งการ และทราบรายละเอียดของโครงการเป็นอย่างดี

3.12 รายการแก้ไขงานติดตั้ง

ผู้รับจ้างต้องยอมรับ และดำเนินการโดยมิชักช้า เมื่อได้รับรายการให้แก้ไขข้อบกพร่องในการปฏิบัติงานจากผู้คุมงาน เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดในสัญญา และถูกต้องตามหลักวิชาโดยจะต้องรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายในการแก้ไข เนื่องจากความบกพร่องต่าง ๆ ทั้งสิ้น ถ้าหากไม่ดำเนินการแก้ไขภายในเวลาที่กำหนดให้ผู้ควบคุมงานเสนอรายงานต่อคณะกรรมการตรวจการจ้างเพื่อพิจารณาว่าจะให้ดำเนินการอย่างไรต่อไป

3.13 การทดสอบเครื่องและระบบ

3.13.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำตารางแผนงานแสดงกำหนดการทดสอบเครื่องและระบบรวมทั้งจัดเตรียมเอกสารแนะนำจากผู้ผลิตในการทดสอบ (OPERATION MANUAL) เสนอผู้คุมงานก่อนทำการทดสอบอย่างน้อย 14 วัน

3.13.2 อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหาทั้งหมด

3.13.3 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่องและระบบ ตามหลักวิชาและข้อกำหนด โดยมีผู้แทน เจ้าของโครงการและ/ หรือ ผู้ควบคุมงานอยู่ร่วมขณะทดสอบด้วย

3.13.4 รายงานข้อมูลในการทดสอบ (TEST REPORT) ให้ทำเป็นแบบฟอร์มเสนออนุมัติต่อผู้คุมงานก่อนทดสอบหลังการทดสอบ ผู้รับจ้างต้องกรอกข้อมูลตามที่ได้จากการทดสอบจริงส่งให้กรรมการตรวจการจ้างพิจารณาจำนวน 4 ชุด

3.13.5 ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เช่น ค่ากระแสไฟฟ้า น้ำประปา แรงงาน ฯลฯ ในระหว่างการทดสอบเครื่องและระบบอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

3.14 การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ที่ควบคุมและบำรุงรักษาเครื่องของเจ้าของ โครงการให้มีความรู้ความสามารถในการใช้งานและการบำรุงรักษาเครื่องเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 30 วันติดต่อกันภายหลังส่งมอบงานหรือจนกว่าเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่องของเจ้าของโครงการสามารถใช้เครื่องได้ด้วยตนเอง

3.15 การส่งมอบงาน

3.15.1 ผู้รับจ้างจะต้องเปิดใช้งานเครื่อง และอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพหรือพร้อมที่จะใช้งานได้เต็มความสามารถในช่วงเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมงติดต่อกัน

3.15.2 ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบเครื่อง อุปกรณ์ และระบบตามที่ผู้คุมงานจะกำหนดให้ทดสอบจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ และแน่ใจว่าการทำงานของระบบที่ทำการทดสอบถูกต้องตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ

3.15.3 รายการสิ่งของต่าง ๆ ที่ผู้รับจ้างต้องส่งมอบให้แก่เจ้าของโครงการในวันส่งมอบงานซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจรับมอบงานด้วย คือ :-

ก. แบบสร้างจริงกระดาษขาว จำนวน 3 ชุด พร้อมแผ่น CD จำนวน 2 ชุด

ข. หนังสือคู่มือการใช้ และบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์ จำนวน 4 ชุด

ค. เครื่องมือพิเศษสำหรับใช้ในการปรับแต่ง ซ่อมบำรุงเครื่องจักร อุปกรณ์ ซึ่ง โรงงานผู้ผลิตส่งมาให้

ง. อะไหล่ต่าง ๆ ตามข้อกำหนด

3.16 การรับประกัน

3.16.1 หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพ ความสามารถของเครื่อง และการติดตั้งว่าใช้งานได้ดีเป็นระยะเวลา 365 วัน นับแต่วันรับมอบงาน นั้น ๆ

●3.16.2 ระหว่างเวลารับประกัน หากเจ้าของโครงการตรวจพบว่าผู้รับจ้างจัดนำวัสดุ อุปกรณ์ที่ไม่ถูกต้องหรือมีคุณภาพต่ำกว่าข้อกำหนดมาติดตั้ง ตลอดจนงานติดตั้งไม่ถูกต้อง หรือไม่เรียบร้อยผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขให้ถูกต้อง

3.16.3 ในกรณีที่เครื่อง วัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ เกิดชำรุดเสียหายหรือเสื่อมคุณภาพ อันเนื่องมาจากข้อผิดพลาดของผู้ผลิตหรือการติดตั้ง ในระหว่างเวลารับประกัน ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดีเช่นเดิม โดยมิชักช้า

3.16.4 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยทันทีที่ได้รับแจ้งจากเจ้าของโครงการหรือตัวแทนเจ้าของโครงการให้เปลี่ยนหรือแก้ไขเครื่องอุปกรณ์ ตามสัญญารับประกัน มิฉะนั้นเจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ที่จะจัดหาผู้อื่นมาดำเนินการ โดยค่าใช้จ่ายทั้งหมดผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบ

3.17 การบริการ

3.17.1 ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมช่างผู้ชำนาญในแต่ละระบบไว้สำหรับตรวจสอบ ซ่อมแซม และบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดีเป็นประจำทุกเดือน เป็นระยะเวลา 1 ปี

3.17.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงานผลการตรวจสอบเครื่อง อุปกรณ์ ระบบและการบำรุงรักษาเสนอเจ้าของโครงการ ภายใน 7 วัน นับจากวันตรวจสอบทุกครั้ง

3.17.3 ในปีที่ 2 ของการใช้งานผู้รับจ้างต้องจัดส่งช่างผู้ชำนาญงาน ตรวจสอบเครื่อง อุปกรณ์และระบบต่าง ๆ ทุก 3 เดือนเป็นระยะเวลา 1 ปี แล้วจัดทำรายงานผลการตรวจสอบเสนอเจ้าของโครงการ

หมวดที่ 4 การปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร

4.1 การตัดเจาะช่องว่าง

ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบการตัด เจาะฝาผนัง พื้น คาน ฝ้าเพดาน หรือหลังคาเท่าที่จำเป็นในการติดตั้งงานระบบ การตัดเจาะต่าง ๆต้องจัดทำอย่างระมัดระวังและรอบคอบ เพื่อไม่ให้เกิดผลเสียหายต่อโครงสร้าง และความเรียบร้อยของงานสถาปัตย์ การตัด เจาะ จะต้องแจ้งให้ผู้คุมงานทราบก่อนดำเนินการทุกครั้ง ค่าใช้จ่ายในการตัดเจาะ สกัด ฯลฯ รวมทั้งความเสียหายที่เกิดขึ้นกับงานของผู้รับจ้างอื่น ให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างภายหลังการตัด เจาะ สกัด ฯลฯ และติดตั้งอุปกรณ์ ของผู้รับจ้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้องซ่อมแซมส่วนของอาคารดังกล่าวให้อยู่ในสภาพเดิมด้วยวัสดุที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ

4.2 การปิดช่อง

ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดทำช่องเปิดต่าง ๆ บนฝาผนัง พื้น คาน ฝ้าเพดาน หรือหลังคา เพื่อให้การติดตั้งอุปกรณ์เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของเจ้าของโครงการ หลังการติดตั้ง หลังจากอุปกรณ์ผ่านช่องเปิดต่าง ๆ รวมทั้งช่องชาฟท์ ซึ่งทางโครงสร้างเตรียมไว้ให้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการปิดช่องดังกล่าวให้เรียบร้อย ตามความเห็นชอบของผู้คุมงาน ช่องว่างระหว่างอุปกรณ์ และโครงสร้างอาคาร ที่เป็นผนังกันไฟ หรือผนังกันเสียง ต้องอุดแน่นด้วยวัสดุสามารถทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง เว้นแต่ที่ระบุไว้เป็นอย่างอื่น

4.3 จัดทำแท่นเครื่อง

4.3.1 ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดทำฐานและอุปกรณ์รองรับน้ำหนักเครื่อง และอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามหลักวิชาการและมีความแข็งแรง สามารถทนการสั่นสะเทือนขณะเปิดใช้งานได้เป็นอย่างดี

4.3.2 ข้อมูลต่าง ๆ ของแท่นเครื่อง เช่น รายละเอียด ขนาด ตำแหน่ง ต้องแจ้งให้วิศวกรควบคุมงาน และผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารทราบล่วงหน้าก่อนการจัดทำแท่นคอนกรีตไม่น้อยกว่า 7 วัน การให้ข้อมูลที่ผิดพลาดหรือไม่ครบ อันก่อให้เกิดผลเสียหายหรือความล่าช้าขอ ง งานก่อสร้างหรือเกิดความเสียหาย ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมด

4.4. การยึดท่อและอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร

4.4.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาอุปกรณ์ยึด แขวนท่อ เครื่องและอุปกรณ์ ที่เหมาะสมกับโครงสร้างอาคาร การประกอบโครงเหล็กต้องทำด้วยความประณีตไม่มีเหลี่ยมคม อันอาจก่อให้ เกิดอันตรายได้ ผู้รับจ้างต้องได้รับการอนุมัติจากผู้คุมงานก่อนดำเนินการยึดแขวนใด ๆ

4.4.2 ขนาด และชนิดของอุปกรณ์ยึด แขวน จะต้องเป็นที่รับรองว่าสามารถรับน้ำหนักได้ โดย มีค่าความปลอดภัยไม่ต่ำกว่า 3 เท่าของน้ำหนักใช้งาน (SAFETY FACTOR = 3)

4.4.3 การยึดแขวนกับโครงสร้างอาคาร ต้องแน่ใจว่าไม่ก่อให้เกิดความเสียหายหรือกีด ขวางงานของระบบอื่นๆ

4.4.4 EXPANSION SHIELD ที่ใช้เจาะยึดในคอนกรีตจะต้องเป็นโลหะ และได้มาตรฐานสากล ห้ามใช้ปุ๊กไม้โดยเด็ดขาดและต้องไม่เจาะยึดกับคอนกรีตที่ยังบ่มไม่ได้ที่

4.5. งานติดตั้งในห้องเครื่อง

4.5.1 ผู้รับจ้างต้องวางแผนการติดตั้งเครื่อง และอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งแท่นเครื่องต่าง ๆ โดยไม่เป็นอุปสรรคต่อการดำเนินงานของผู้รับจ้างอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้รับจ้างก่อสร้าง อาคาร

4.5.2 แผนงาน ข้อมูล และความต้องการตามความจำเป็น ต้องแจ้งให้ผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร ทราบล่วงหน้าเป็นเวลานานพอ เพื่อเตรียมการก่อนการติดตั้งเครื่อง และอุปกรณ์ หากผู้ รับจ้างละเลยหน้าที่ดังกล่าวโดยมิได้แจ้งให้ทราบล่วงหน้า หรือแจ้งให้ทราบล่าช้าเกินควร ผลเสียหายที่เกิดขึ้น ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งหมด

4.6. ช่องเปิดในการติดตั้งและซ่อมบำรุงเครื่องและอุปกรณ์

4.6.1 ช่องเปิดต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการติดตั้ง เช่น ชาฟท์ ช่องระหว่างผนัง ฝ้า เพดานผู้รับจ้างต้องกำหนดขนาด ตำแหน่ง และระยะให้เพียงพอเหมาะสมกับงานติดตั้งอุปกรณ์ในระบบ โดยร่วมปรึกษากับผู้รับจ้างอื่นที่ต้องปฏิบัติงานในพื้นที่เดียวกัน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการจัดหาช่องเปิดต่าง ๆ อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

4.6.2 ผู้รับจ้างต้องกำหนดตำแหน่งเครื่อง และอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องซ่อมบำรุง หรือปรับแต่งในภายหลัง รวมทั้งตำแหน่งช่องเปิดบนฝ้า ฝาผนังให้กับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารเพื่อดำเนิน การเตรียมงานล่วงหน้า

4.7. เพิงและโรงเรือนชั่วคราว

ผู้รับจ้างต้องร่วมปรึกษากับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร และผู้คุมงานเรื่องตำแหน่ง สถานที่สร้างเพิง และโรงเรือนชั่วคราวสำหรับเก็บรักษาเครื่อง และอุปกรณ์ก่อนนำไปติดตั้งเครื่อง และอุปกรณ์ทุกชิ้นต้องอยู่ในบริเวณที่กำหนดให้เท่านั้น อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องได้รับการป้องกันความเสียหาย หรือเสื่อมสภาพก่อนนำไปใช้งาน วัสดุที่วางกองไว้ในที่โล่งต้องมีหลังคา หรือผ้าใบคลุมป้องกันฝน และแสงแดด วัสดุประเภทท่อต้องเก็บบนชั้น และห้ามกองไว้บนพื้นดิน

4.8. ผู้รับจ้างต้องขนขยะมูลฝอย เศษวัสดุ และสิ่งของเหลือใช้ออกจากบริเวณปฏิบัติงานทุกวัน

ภายหลังจากเลิกปฏิบัติงาน ณ จุดนั้น ๆ แล้ว และให้นำสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่ต้องการใช้งานดังกล่าวข้างต้นไปทิ้งที่บริเวณรวบรวมขยะส่วนกลาง ก่อนส่งมอบงาน จะต้องรื้อถอนสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวที่อยู่ในความรับผิดชอบออกจากบริเวณหน่วยงานให้หมด และทำความสะอาดให้เรียบร้อยเมื่อเสร็จงานหากมีการขนย้ายขยะจากหน่วยงานไปทิ้งนอกโครงการในส่วนของผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างจะต้องชำระค่าใช้จ่ายขนย้ายด้วย

4.9 การป้องกันเสียงดังรบกวนและการสั่นสะเทือน

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการป้องกันเสียงดังรบกวนและการสั่นสะเทือน เนื่องจากการทำงานของเครื่องจักรต่าง ๆ หลังจากการติดตั้งแล้ว โดยใช้วิธีการป้องกันที่เหมาะสมกับสภาพการทำงานจริงของเครื่องจักรนั้น ๆ การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อลดการสั่นสะเทือนควรจะทำตามคำแนะนำของผู้ผลิตเครื่องจักร

หมวดที่ 5 การประสานงาน

5.1 การให้ความร่วมมือต่อผู้คุมงาน

ผู้รับจ้างต้องให้ความร่วมมือต่อผู้คุมงานในการทำงานตรวจสอบ วัด เทียบ จัดทำตัวอย่าง และอื่นๆ ตามสมควรแก่กรณี

5.2 การติดต่อประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่น ๆ

ผู้รับจ้างต้องให้ความร่วมมือในการประสานงานกับผู้รับจ้างอื่น ๆ เพื่อให้สอดคล้องกับแผนงาน และความคืบหน้าของโครงการ หากเป็นการจงใจละเลยต่อความร่วมมือดังกล่าว ที่ทำให้มีผลเสียหายต่อโครงการ เจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ที่จะเรียกร้องความเสียหายที่เกิดขึ้น จากผู้รับจ้าง การติดต่อประสานงาน เช่น

ก. ความร่วมมือปรึกษาวางแผนความคืบหน้าของงาน

ข. การใช้เครื่องอำนวยความสะดวกร่วมกัน เช่น นั่งร้าน การปฐมพยาบาล

ค. การเก็บ และเคลื่อนย้ายวัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ

ง. ทำความสะอาดบริเวณปฏิบัติงาน

จ. ป้องกันการชำรุดเสียหายกับงานส่วนที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว

ฉ. หลีกเลี่ยงข้อขัดแย้งในอันที่จะทำให้งานล่าช้าเกินกำหนด

5.3. การประสานงานในด้านมัณฑนาการ

หากพื้นที่ใดของอาคารที่เกี่ยวข้องกับการตกแต่ง ทั้งที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างหรือทราบว่าจะมีการตกแต่งในภายหลัง ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับสถาปนิก และมัณฑนากรโดยใกล้ชิด เพื่อให้งานเตรียมการเป็นไปโดยถูกต้องตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ

หมวดที่ 6 ความปลอดภัย และการป้องกันสิ่งสาธารณูปโภค

6.1. ความปลอดภัย และการป้องกัน

6.1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดให้การปฏิบัติงานมีสภาพที่ปลอดภัยและหมั่นตรวจตราให้มีการป้องกันการสูญเสีย บาดเจ็บ และเสียหายกับ

ก. พนักงานและบุคคลอื่นที่เข้ามายังหน่วยงาน

ข. วัสดุอุปกรณ์ที่เก็บรักษาไว้ ณ สถานที่ก่อสร้าง

ค. ถาวรวัตถุอื่น ๆ ในบริเวณก่อสร้าง และข้างเคียง เช่น ถนน ทางเดิน สิ่งปลูกสร้าง และสาธารณูปโภคต่าง ๆ

6.1.2 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อการบาดเจ็บกับบุคคลใด ๆ ก็ตาม ซึ่งเกิดมาจากผลของการทำงานของผู้รับจ้าง ในสถานที่ทำงานที่มีโอกาสเกิดเพลิงไหม้จะต้องจัดเตรียมให้มีอุปกรณ์ป้องกันเพลิงที่เหมาะสม เช่น เครื่องดับเพลิงเคมี

6.2. อุปกรณ์ปฐมพยาบาล

บริเวณสำนักงานชั่วคราวของผู้รับจ้าง ต้องจัดให้มีเครื่องเวชภัณฑ์ในการปฐมพยาบาล อุปกรณ์ช่วยชีวิต ยาสามัญประจำบ้าน เก็บไว้ในที่ซึ่งเห็นและหยิบใช้ได้ง่ายและควรจะจัดให้มีพนักงานซึ่งความรู้ทางด้านปฐมพยาบาลอยู่ในบริเวณหน่วยงานตลอดเวลา

6.3. รายงานอุบัติเหตุ

เมื่อมีเหตุการณ์ใด ๆ ที่ไม่คาดคะเนเกิดขึ้นในบริเวณก่อสร้าง ไม่ว่าจะเป็นการทะเลาะวิวาท การทำร้ายร่างกายหรืออุบัติเหตุ ให้ผู้รับจ้างรีบรายงานเหตุที่เกิดขึ้นให้ผู้คุมงานทราบเป็นลายลักษณ์ อักษร ในทันที

6.4 การป้องกันการล่วงล้ำเขตที่

ผู้รับจ้างต้องจำกัดเขตก่อสร้างมิให้เกิดการล่วงล้ำ บุกรุก เข้าไปในที่ข้างเคียงนอกบริเวณก่อสร้าง และดูแลมิให้พนักงานของตนบุกรุกเข้าไปในเขตที่ของผู้อื่นด้วย ขณะเดียวกันก็ป้องกันไม่ให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไปในบริเวณก่อสร้างเด็ดขาดทั้งใน และนอกเวลาปฏิบัติงาน

6.5. การป้องกันสถานที่สาธารณะและสาธารณูปโภค

ผู้รับจ้างต้องไม่นำเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในบริเวณก่อสร้างไปวางกีดขวางการสัญจรไปมาของบุคคลทั่วไป รวมทั้งไม่ทำให้เกิดความเสียหายแก่สถานที่สาธารณะและสาธารณูปโภค ความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น ผู้รับจ้างต้องซ่อมแซมให้คืนสู่สภาพดีดังเดิมโดยมิชักช้า และเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

6.6. การเล่นการพนันและดื่มสุราและยาเสพติด

ผู้รับจ้างจะต้องกำชับผู้ร่วมงานล คนงานในบริเวณก่อสร้างห้ามเล่นการพนัน, ดื่มสุราหรือเสพยาเสพติดในบริเวณสถานที่ก่อสร้างโดยเด็ดขาด พร้อมทั้งจัดตั้งหน่วยงาน Safety เพื่อตรวจสอบดูแลความเรียบร้อยในการปฏิบัติงานพร้อมทั้งรายงานต่อผู้ว่าจ้างทุกสัปดาห์

หมวดที่ 7 เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์

7.1 เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาใช้งาน

7.1.1 เครื่องมือวัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งต้องเป็นของใหม่และไม่เคยถูกนำไปใช้งานมาก่อนเจ้าของโครงการมีสิทธิ์ที่จะไม่รับสิ่งที่เห็นว่ามีคุณสมบัติ และคุณภาพไม่ดีพอ หรือไม่เทียบเท่าตามที่อนุมัตินำมาใช้ในโครงการ ในกรณีที่เจ้าของโครงการต้องการให้สถาบันที่เชื่อถือได้เป็นผู้ตรวจสอบ ผู้รับจ้างต้องดำเนินงานโดยออกค่าใช้จ่ายเอง โดยมิชักช้า

7.1.2 หากมีความจำเป็นอันกระทำให้ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาวัสดุอุปกรณ์ตามที่ได้แจ้งไว้ในรายละเอียด หรือแสดงตัวอย่างไว้แก่เจ้าของโครงการ หรือผู้ควบคุมงาน ผู้รับจ้างต้องจัดหาผลิตภัณฑ์อื่นมาทดแทนพร้อมทั้งชี้แจงเปรียบเทียบรายละเอียดต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว เพื่อประกอบการขออนุมัติต่อเจ้าของโครงการ โดยมิชักช้า

7.1.3 ความเสียหายที่เกิดขึ้นระหว่างการขนส่ง ติดตั้ง หรือการทดสอบจะต้องดำเนินการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนให้ใหม่ตามความเห็นชอบของเจ้าของโครงการ หรือผู้คุมงาน

7.2 เครื่องมือ

ผู้รับจ้างต้องมีเครื่องมือเครื่องใช้และเครื่องผ่อนแรงที่มีประสิทธิภาพ และความปลอดภัย สำหรับใช้ในการปฏิบัติงาน เป็นชนิดที่เหมาะสมอีกทั้งจำนวนเพียงพอกับปริมาณ เจ้าของโครงการมีสิทธิ์ที่จะขอให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มจำนวนให้เหมาะสมกับการใช้งาน

7.3 การขนส่งและนำเครื่อง อุปกรณ์ เข้ามายังหน่วยงาน

7.3.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายและความเสียหายที่เกิดขึ้นในการขนส่งเครื่อง อุปกรณ์มา ยังหน่วยงานและสถานที่ติดตั้ง

7.3.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำหมายกำหนดการนำเครื่อง อุปกรณ์เข้ายังหน่วยงาน และแจ้งให้ผู้คุมงานทราบล่วงหน้า พร้อมทั้งจัดเตรียมสถานที่สำหรับเก็บรักษาโดยประสานงานกับผู้รับจ้างอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

7.3.3 เมื่อเครื่องอุปกรณ์มาถึงหน่วยงาน ผู้รับจ้างต้องนำเอกสารการส่งของมอบให้ผู้คุมงานทราบเพื่อที่จะได้ตรวจสอบให้ถูกต้องตามที่ได้อนุมัติไว้ก่อนที่จะนำเข้ายังสถานที่เก็บ รักษาต่อไป

7.4 การจัดเตรียมสถานที่เก็บพัสดุ

ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดเตรียมสถานที่เก็บเครื่อง อุปกรณ์ต่าง ๆ ในบริเวณที่กว้างขวางพอที่จะสามารถทำการตรวจสอบเคลื่อนย้ายได้โดยสะดวก หากมิได้มีการเตรียมการล่วงหน้าเมื่อเครื่องอุปกรณ์มาถึงหน่วยงานผู้คุมงานจะไม่อนุญาติให้ทำการขนส่งเข้ายังบริเวณสถานที่

7.5 การเก็บรักษาเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องเก็บรักษาเครื่อง วัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการติดตั้งให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย ทั้งนี้เครื่อง วัสดุและอุปกรณ์ทั้งหมดยังเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับจ้าง ซึ่งต้องรับผิดชอบต่อการสูญหาย เสื่อมสภาพหรือชำรุดจนกว่าจะได้ส่งมอบงานแล้ว

7.6 ตัวอย่างวัสดุและอุปกรณ์

7.6.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาตัวอย่างวัสดุและอุปกรณ์ รวมทั้งเอกสารของผู้ผลิตที่แสดงราย ละเอียดทางเทคนิค ขนาดและรูปร่างที่ชัดเจนของวัสดุและอุปกรณ์แต่ละชิ้นตามที่ผู้คุม งานต้องการตัวอย่างทุกชิ้นจะส่งคืนให้ผู้รับจ้าง ก่อนสิ้นสุดโครงการ

7.6.2 ในกรณีที่ผู้คุมงานมีความประสงค์ให้ผู้รับจ้างแสดงวิธีการติดตั้ง เพื่อเป็นตัวอย่าง หรือความเหมาะสมแล้วแต่กรณี ผู้รับจ้างต้องแสดงการติดตั้ง ณ สถานที่ติดตั้งจริงตามที่ผู้คุมงานกำหนด เมื่อวิธีและการติดตั้งนั้น ๆ ได้รับอนุมัติแล้ว ให้ถือเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติต่อไป

*** ดูที่หมวดที่ 7 ตารางรายการวัสดุ (VENDER LIST)**

7.7 การแก้ไข เปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุและอุปกรณ์

7.7.1 การเปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุและอุปกรณ์ ที่ผิดไปจากข้อกำหนด และ เงื่อนไข ตามสัญญา ด้วยความจำเป็นหรือความเหมาะสมก็ดี ผู้รับจ้างต้องแจ้ง เป็นลายลักษณ์อักษรต่อเจ้าของโครงการเพื่อขออนุมัติเป็นเวลาอย่างน้อย 30 วัน ก่อนดำเนินการจัดซื้อ หรือทำการติดตั้ง

7.7.2 ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ของผู้รับจ้างมีคุณสมบัติอันเป็นเหตุให้อุปกรณ์ตามรายการที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้ เกิดความไม่เหมาะสมหรือไม่เหมาะสมหรือไม่ทำงานโดยถูกต้อง ผู้รับจ้างต้องไม่เพิกเฉยละเลยที่จะแจ้งขอความเห็นชอบจากผู้คุมงานในการแก้ไข เปลี่ยนแปลงให้ถูกต้องตามความประสงค์ โดยชี้แจงแสดงเหตุผลและหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิต

7.7.3 ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในกรณีดังกล่าวข้างต้น ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบเอง ทั้งสิ้น

7.8 รหัส ป้ายชื่อและเครื่องหมายของวัสดุ อุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องจัดทำรหัส ป้ายชื่อ และลูกศรแสดงทิศทางของเครื่อง และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาติดตั้งในโครงการเพื่ออำนวยความสะดวกในการตรวจสอบและซ่อมแซมบำรุง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่ปิดมิดชิดซึ่งเข้าถึงได้ จะต้องมีเครื่องหมายที่มองเห็นได้ง่าย

7.9 การป้องกันน้ำเข้าอาคาร

การติดตั้งวัสดุ อุปกรณ์ที่ใกล้ชิดกับบริเวณที่มีความชื้นสูงหรือเชื่อมโยงกับภายนอกอาคาร ผู้รับจ้างต้องทำรายละเอียดแสดงวิธีการติดตั้ง และเสริมเพิ่มเติมวัสดุ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ผู้คุมงานอนุมัติก่อนดำเนินการใด ๆ เพื่อให้การป้องกันน้ำเข้าอาคารเป็นไปอย่างสมบูรณ์

7.10 การป้องกันการผุกร่อน

ผิวงานเหล็กทั้งหมดต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันการผุกร่อน หรือการทาสีก่อนนำไปใช้งานเครื่อง วัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ผ่านการป้องกันการผุกร่อนและการทาสีมาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต หากตรวจพบว่าการทาสีไม่เรียบร้อยผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซมให้เรียบร้อย

หมวดที่ 8 แบบ และหนังสือคู่มือ

8.1 ระยะ ขนาดและตำแหน่งที่ปรากฏในแบบ

ระยะ ขนาดและตำแหน่งที่ปรากฏในแบบประกอบสัญญา ให้ถือตัวเลขเป็นสำคัญ ห้ามใช้วิธีวัดจากแบบโดยตรง ในส่วนที่ไม่ได้ระบุตัวเลขไว้เป็นการแสดงให้ทราบเป็นแนวทางที่ควรจะเป็นไปได้เท่านั้น ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบจากเครื่อง วัสดุ อุปกรณ์ที่ได้รับอนุมัติให้ใช้ในโครงการ และสถานที่ติดตั้งจริง

8.2 ข้อขัดแย้งของแบบ

ในกรณีที่เกิดความคลาดเคลื่อน ขัดแย้งหรือไม่ชัดเจนในแบบประกอบสัญญา รายการ เครื่องวัสดุ อุปกรณ์ และเอกสารสัญญา ผู้รับจ้างต้องรีบแจ้งให้ผู้คุมงานทราบ เพื่อขอคำวินิจฉัยทันที โดยผู้คุมงานจะถือเอาส่วนที่ดีกว่า ถูกต้องกว่าเป็นเกณฑ์ หากผู้คุมงานยังไม่แจ้งผลการพิจารณาห้ามผู้รับจ้างดำเนินการในส่วนนั้นได้ตามความเหมาะสม ในกรณีผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไข โดยจะคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มและขอต่อสัญญาไม่ได้

8.3 แบบประกอบสัญญา

แบบประกอบสัญญาจ้างเหมาเป็นเพียงแผนผัง เพื่อให้ผู้รับจ้างทราบเป็นแนวทาง และหลักการของระบบตามความต้องการของเจ้าของโครงการเท่านั้น ในการติดตั้งจริง ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบกับแบบ สถาปัตย์ แบบโครงสร้างและงานระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกันไปด้วย ทั้งนี้หากจะต้องทำการปรับปรุงงานบางส่วน จากแบบที่ได้แสดงไว้โดยที่เห็นว่า เป็นความจำเป็นทีจะทำให้การติดตั้งงานระบบถูกต้องได้คุณภาพตามความต้องการแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

8.4 แบบใช้งาน (SHOP DRAWINGS)

8.4.1 วิศวกรผู้รับผิดชอบของผู้รับจ้าง ต้องตรวจสอบแบบใช้งานให้ถูกต้องตามความต้องการใช้งาน และการติดตั้งตามข้อแนะนำของผู้ผลิต พร้อมทั้งลงนามรับรอง และลงวันที่กำกับบนแบบที่เสนอขออนุมัติทุกแผ่น

8.4.2 ในกรณีที่แบบใช้งานของผู้รับจ้างแตกต่างไปจากแบบประกอบสัญญา ผู้รับจ้างต้องจัดทำสารบัญรายการที่แตกต่าง และใส่เครื่องหมายแสดงการเปลี่ยนแปลงกำกับทุกครั้ง พร้อมทั้งลงนามรับรอง และลงวันที่ในการแก้ไขครั้งนั้น ๆ กำกับ

8.4.3 ผู้รับจ้างต้องศึกษาทำความเข้าใจแบบสถาปัตย์ , แบบโครงสร้าง , แบบตกแต่งภายใน และงานระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกัน รวมทั้งตรวจสอบสถานที่ติดตั้งจริง เพื่อให้การจัดทำแบบใช้งานเป็นไปโดยถูกต้องและไม่เกิดอุปสรรคกับผู้รับจ้างอื่น ๆ จนเป็นสาเหตุให้หมายกำหนดงานโครงการต้องล่าช้า

8.4.4 แบบใช้งานต้องมีขนาด และมาตราส่วนเท่ากับแบบประกอบสัญญา นอกจากแบบขยายเพื่อแสดงรายละเอียดที่ชัดเจน และทำความเข้าใจได้ถูกต้อง ให้ใช้ขนาด และมาตราส่วนที่เหมาะสมตามสากลนิยมทั้งนี้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้คุมงาน

8.4.5 ผู้คุมงาน มีอำนาจและหน้าที่สั่งการให้ผู้รับจ้างจัดเตรียมแบบขยาย แสดงการติดตั้งส่วนหนึ่งส่วนใดของงานระบบที่เห็นว่าจำเป็น

8.4.6 ผู้รับจ้างต้องไม่ดำเนินการใด ๆ ก่อนที่แบบใช้งานจะได้รับการอนุมัติจากผู้คุมงาน มิฉะนั้นค่าใช้จ่ายที่อาจเกิดขึ้นทั้งหมด หากมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขตามแบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบ

8.4.7 แบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติแล้ว มิได้หมายความว่าเป็นการพ้นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง หากผู้คุมงานตรวจพบข้อผิดพลาดในภายหลัง ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง

8.4.8 แบบใช้งานที่ไม่มีรายละเอียดเพียงพอ ผู้คุมงานจะแจ้งให้ผู้รับจ้างทราบ และส่งคืนโดยไม่มีการพิจารณาแต่ประการใด

8.5 แบบก่อสร้างจริง (AS-BUILT DRAWINGS)

8.5.1 ในระหว่างดำเนินการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบตามที่ติดตั้งจริง แสดงตำแหน่งของเครื่อง อุปกรณ์ รวมทั้งการแก้ไขอื่น ๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างการติดตั้งส่งให้ผู้คุมงานตรวจสอบเป็นระยะ ๆ

8.5.2 แบบสร้างจริงต้องมีขนาดและมาตราส่วนเท่าแบบประกอบสัญญา นอกจากแบบขยายให้ใช้มาตราส่วนตามแบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติ

8.5.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบสร้างจริงให้เสร็จก่อนการปิดฝ้าเพดาน การก่อผนังปิด หรือถมดิน

8.5.4 แบบสร้างจริงทั้งหมด ต้องลงนามรับรองความถูกต้องโดยผู้รับจ้าง และส่งให้ผู้คุมงาน 1 ชุด เพื่อตรวจสอบก่อนกำหนดการทดสอบเครื่อง และการใช้งานของระบบอย่างน้อย 30 วัน

8.6 หนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์

8.6.1 หนังสือคู่มือการใช้งาน และบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์เป็นเอกสารประกอบการส่งมอบงาน ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมเข้าแฟ้มปกแข็งเรียบร้อย ส่งมอบให้เจ้าของโครงการในวันส่งมอบงาน

8.6.2 หนังสือคู่มือ จะแบ่งออกเป็น 5 ภาค คือ :-

ภาคที่ 1. ประกอบด้วยเอกสาร รายละเอียด ข้อมูลของเครื่องอุปกรณ์ทั้งหมดที่ได้ยื่นเสนอและได้รับการอนุมัติให้ใช้ในโครงการ (SUBMITTAL DATA)

ภาคที่ 2. ประกอบด้วยแค๊ตตาล็อค เครื่อง อุปกรณ์ แยกเป็นหมวดหมู่ พร้อมทั้งเอกสารแนะนำวิธีการติดตั้ง ซ่อมบำรุงแนบมาด้วย (INSTALLATION, OPERATION AND MAINTENANCE MANUAL) รวมทั้งรายชื่อบริษัทผู้แทนจำหน่ายเครื่อง และอุปกรณ์

ภาคที่ 3. ประกอบด้วยรายงานการทดสอบเครื่อง และระบบตามความเป็นจริง(TEST REPORT)

ภาคที่ 4. ประกอบด้วยรายการเครื่อง อะไหล่ และข้อแนะนำ ชิ้นส่วนอะไหล่ที่ควรมีสำรองไว้ขณะใช้งาน (RECOMMEND SPARE PARTS LIST)

ภาคที่ 5. ประกอบด้วยรายการตรวจสอบ และบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์แต่ละชนิด เช่น รายเดือน, ทุก 3 เดือน, ทุก 6 เดือน และรายปี

8.6.3 หนังสือคู่มือทั้งหมด ผู้รับจ้างต้องส่งต้นฉบับเสนอผู้คุมงาน 1 ชุด เพื่อตรวจสอบ และอนุมัติก่อนการส่งฉบับจริง

8.6.4 กำหนดให้ส่งหนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์ จำนวน 4 ชุด

หมวดที่ 9 อุปกรณ์ระบบปรับอากาศ

9.1 เครื่องทำความเย็น (WATER COOL CHILLER)

1. ความต้องการทั่วไป

เครื่องทำน้ำเย็นแบบ Screw Compressor เป็นรุ่นมาตรฐานของผู้ผลิต ประกอบเป็นชุดสำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิตในต่างประเทศ ออกแบบและผลิตตามมาตรฐาน AHRI 550/590 เครื่องทำน้ำเย็นเป็นแบบ Single หรือ Multiple compressors ตามที่ระบุในตาราง ใช้กับน้ำยา R134a หรือ Non-Freon CFCs ประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์, มอเตอร์, สตาร์ทเตอร์, อีแวบปอเรเตอร์, คอนเดนเซอร์, อีโคโนไมเซอร์, oil Separator ระบบควบคุมแบบ Microprocessor และอุปกรณ์อื่นๆ ติดตั้งอยู่บนโครงฐานโลหะชุดเดียวกันภายในตัวเครื่องที่ติดตั้งอยู่บน Isolator สำหรับติดตั้งฐานเครื่องตามข้อกำหนดของโรงงานผู้ผลิต และเครื่องทำน้ำเย็นจะต้องได้รับการทดสอบเดินเครื่องที่โรงงานก่อนจัดส่ง

เครื่องทำน้ำเย็นจะต้องมีความสามารถในการทำความเย็นและประสิทธิภาพไม่น้อยกว่าที่ระบุในตารางเครื่องโดยใช้ค่า Fouling Factor ส่วนที่เป็นอีแวบปอเรเตอร์และคอนเดนเซอร์ ให้ถือว่าเท่ากับ 0.0001 / 0.00025 ตาม AHRI 550/590

2. คอมเพรสเซอร์และมอเตอร์

คอมเพรสเซอร์เป็นชนิด Twin Screw, Vertical Type แบบ Hermetic ภายในตัวเรือนจะต้องมี Motor, Rotary screw compressor, Dual Stages oil separator, Oil Sump&filter, Suction&Discharge Service Valve ควบคุมภาระการทำความเย็นโดยการใช้ Slide valve ซึ่งสามารถควบคุมสมรรถนะการทำงานของเครื่องได้ตั้งแต่ 100% จนถึง 20% หรือต่ำกว่า ภายใต้สภาวะ Constant Entering Condenser Temperature ที่ 90 F

มอเตอร์เป็นชนิด Hermetic Refrigerant gas cooled, 2 Pole , Squirrel cage Induction Type, class H insulation ความเร็วรอบไม่เกิน 3,000 รอบต่อนาที ภายในชุดขดลวดจะต้องมี Thermistor ฝังไว้เพื่อป้องกันมอเตอร์ Overheat

3. ระบบหล่อลื่น

ประกอบด้วยอุปกรณ์ Built-in Compressor Oil separator และ External Oil Separator แบบประสิทธิภาพสูงเพื่อให้มีปริมาณน้ำมันที่ไปที่ Cooler น้อยที่สุด รวมถึงจะต้องมีอุปกรณ์ Jet pump เพื่อดูดน้ำมันที่ตกค้างอยู่ใน Evaporator กลับไปที่คอมเพรสเซอร์เพื่อยืดอายุงานของคอมเพรสเซอร์

4. Evaporator & Condenser

เป็นชนิด Shell & Tube Flooded Type โดยให้สารทำความเย็นไหลอยู่ใน Shell ส่วนน้ำไหลอยู่ภายใน Tube ซึ่งเป็นท่อทองแดงเส้นผ่านศูนย์กลาง ¾ นิ้ว มีความหนาไม่น้อยกว่า 0.025 นิ้ว พร้อม Tube Support รองรับท่อทองแดงภายใน มีค่า Designed Working Pressure และ Test Pressure ตามรายละเอียดดังนี้

- ด้าน Water side: Designed Working Pressure ไม่ต่ำกว่า 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้วและ Test Pressureไม่ต่ำกว่า 195 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
- ด้าน Refrigerant side: Designed Working Pressure ไม่ต่ำกว่า 200 ปอนด์ต่อตารางนิ้วและ Test Pressureไม่ต่ำกว่า 220 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

ส่วน Evaporator ต้องหุ้มด้วยฉนวน Closed cell foamed plastic ความหนา 1 นิ้ว ที่ผิวภายนอกของ Shell รวมทั้งผิวของท่อและอุปกรณ์ที่เย็นจัดโดยออกแบบตามมาตรฐาน
อุปกรณ์ลดความดันน้ำยาจากความดัน Condenser ไป Evaporator ต้องใช้เป็นแบบ Electronic Expansion Valve

5. ตู้ไฟและชุดช่วยสตาร์ท

เป็นแบบประกอบสำเร็จมาจากโรงงานออกแบบมาใช้กับแรงดันไฟฟ้า 380 โวลต์/ 3 เฟส/ 50 เฮิร์ท ส่วนประกอบของชุดตู้ต้องมีอุปกรณ์อย่างน้อยดังนี้

- Circuit Breaker for each compressor
- Over current protection module
- Motor Over heat protection module

ชุดช่วยสตาร์ทให้เป็นแบบ Auto Transformer, Star Delta หรือ Double Delta เพื่อลดกระแสในช่วงสตาร์ท ใช้กับระบบไฟฟ้า 380/3/50 ซึ่งผ่านทดสอบและตรวจสอบอย่างถูกต้องตามข้อกำหนด ติดตั้งสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิต

6. อีโคโนไมเซอร์ (ECONOMIZER)

เครื่องทำน้ำเย็นจะต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์อีโคโนไมเซอร์แบบ Plate Heat Exchanger เพื่อให้มั่นใจได้ว่าการเปลี่ยนสถานะของสารทำความเย็นจะอยู่ในสถานะของเหลว 100% เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่อง

7. ระบบควบคุมและการแจ้งเตือน

7.1 ระบบควบคุม

เป็นแบบ Stand Alone Micro Processor Control ทำงานโดยอัตโนมัติทั้งหมด ชุดแผงควบคุม (Control Panel) สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นได้โดยอัตโนมัติ ติดตั้งสำเร็จมาจากโรงงาน มีหน้าจอแบบ Touch Screen LED Backlight Touch Screen Graphical Display Panel อุปกรณ์ควบคุมต่างๆ ภายในเครื่องทำน้ำเย็นจะต้องติดตั้งเรียบร้อยมาจากโรงงานผู้ผลิต โดยจะต้องมีการแสดงผลบนหน้าจออย่างน้อยดังต่อไปนี้

- Chilled water leaving temperature
- Condenser pressure
- Electronic expansion valve (EEV) opening percentage
- Compressor motor status
- Oil Level status
- Trend graph of Leaving chilled water temp
- Run Hours of each compressor

7.2 การแจ้งเตือนเพื่อความปลอดภัย (Safety Alarm)

ในกรณีที่เกิดความผิดพลาดในการทำงานต้องมีการแจ้งเตือนโดยอัตโนมัติดังนี้

- High condenser pressure

- Low Evap pressure
- Chilled water flow loss
- Low compressor oil level
- Under Voltage phase failure
- Compressor over load
- Low oil level
- Power loss
- Reverse rotation

9.2. เครื่องสูบน้ำพ่น , เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น

9.2.1 ความต้องการทั่วไป

9.2.1.1 เครื่องสูบน้ำทั้งหมดจะต้องผลิตมาจากโรงงานผู้ผลิตเดียวกัน

9.2.1.2 รายละเอียดเกี่ยวข้องกับชนิดของเครื่องสูบน้ำที่ต้องการใช้ , จำนวน, สมรรถนะ, ความเร็ว รอบ, การต่อเพลา (COUPLING), CASING, WORKING PRESSURE จะต้องเป็นไปตามที่ระบุในSCHEDULE และรายการประกอบแบบ

9.2.1.3 เรือนเครื่องสูบน้ำ (CASING) จะต้องทนแรงดันใช้งานปกติ (WORKING PRESSURE)ไม่ต่ำกว่า 175 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หรือ 1.5 เท่าของแรงดันใช้งานปกติจริง (ACTUAL-WORKING PRESSURE) โดยใช้ตัวเลขมากกว่าเป็นเกณฑ์หากใช้ข้อต่อหน้าแปลน ข้อต่อหน้าแปลน (FLANGED CONNECTION) ทั้งทางด้านดูดและด้านส่ง จะต้องทนแรงดันได้เช่นเดียวกับตัวเรือนเครื่องสูบน้ำ

9.2.1.4 ใบพัด (IMPELLER) ต้องเป็นโลหะชิ้นเดียวทำด้วย โลหะบรอนซ์หล่อ (CAST BRONZE) หรือเทียบเท่า ได้รับการถ่วงทั้งทางด้าน DYNAMIC และ STATIC มาจากโรงงานผู้ผลิต ใบพัดจะต้องไม่เสียหายเนื่องจากใบพัดหมุนกลับทาง

9.2.1.5 CASING WEARING RING ต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งานทำด้วย BRONZE, CHROMED IRON หรือ NICKEL IRON สามารถถอดเปลี่ยนได้โดยสะดวก

9.2.1.6 เพลา (SHAFT) ทำด้วย STAINLESS STEEL พร้อมด้วย SLEEVE ทำด้วย BRONZE, CHROMED IRON หรือ NICKEL IRON สอดผ่าน STUFFING BOX

9.2.1.7 ปลอกหุ้มเพลา (SHAFT SLEEVE) ยึดติดกับเพลาด้วยสลักและมีความยาว ยื่นออกพ้นนอกซีลมีโอริง เพื่อกันน้ำเข้าระหว่างเพลากับปลอกหุ้มเพลา

9.2.1.8 BEARING ต้องเป็นชนิด HEAVY DUTY BALL BEARING เป็น DUST SEAL ในตัวสามารถถอดออกซ่อมได้โดยง่าย ออกแบบให้ใช้งานได้ตามที่กำหนด ได้ไม่ต่ำกว่า 100,000 ชั่วโมง

9.2.1.9 SEAL เป็นชนิด MECHANICAL SEAL การเลือกใช้จะต้องเป็นไปตามข้อแนะนำของผู้ผลิตที่ขนาดของเพลา,ความเร็วรอบของเพลา, ความดัน และอุณหภูมิใช้งานตามที่กำหนด เครื่องสูบน้ำทุกเครื่องจะต้องออกแบบให้สามารถเปลี่ยนซีลได้โดยง่ายและรวดเร็ว

9.2.1.10 เครื่องสูบน้ำที่ใช้จะต้องเป็นรุ่นที่ออกแบบมาให้การบำรุงรักษาทำได้โดยสะดวก และใช้เวลาในการถอดซ่อมน้อย

9.2.1.11 เครื่องสูบน้ำที่ใ ช้จะต้องจำหน่ายโดยตัวแทนจำหน่ายที่มีชื่อเสียงและมีบริการทางด้านอะไหล่เป็นอย่างดี

9.2.1.12 เครื่องสูบน้ำพร้อมมอเตอร์ จะต้องติดตั้งบนฐานที่ทำจากเหล็ก โครงสร้าง (STRUCTURAL STEEL) ตามมาตรฐานของผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำ

9.2.1.13 เครื่องสูบน้ำทั้งชุด จะต้องติดตั้งบนแท่นคอนกรีตที่เหมาะสมโดยมีอุปกรณ์ลดการสั่นสะเทือนไปยังอาคารที่มีประสิทธิภาพสูงรองรับ

9.2.1.14 เครื่องสูบน้ำที่ต่อกับมอเตอร์ด้วย COUPLING จะต้องใช้ COUPLING ชนิด FLEXIBLE COUPLING เครื่องสูบน้ำที่มีความเร็วรอบ ไม่เกิน 1500 รอบต่อนาที ให้ใช้ STEEL PIN AND BUSHING COUPLING ได้ แต่เครื่องสูบน้ำ ที่มีความเร็วรอบสูงกว่านี้ ให้ใช้เป็น URETHANE FLEXIBLE COUPLING มีค่า SERVICE FACTOR อย่างต่ำ 1.5 และจะต้องมีฝาครอบป้องกัน (COUPLING GUARD) ด้วย

9.2.1.15 ในการเสนอขอรับการรับรองเครื่องสูบน้ำ ผู้รับจ้างจะต้องแนบ PERFORMANCE CURVE ของเครื่องสูบน้ำ จากโรงงานของผู้ผลิตมาด้วย จุดที่เลือกสำหรับการใช้งานควรอยู่บริเวณกลางของ CURVE ซึ่งเป็นจุดที่เครื่องสูบน้ำมีประสิทธิภาพสูงและมีความยืดหยุ่นเมื่อปริมาณน้ำและความดันเปลี่ยนไปได้มากที่สุด

9.2.1.16 เครื่องสูบน้ำที่เลือกใช้ต้องมี CHARACTERISTIC CURVE ขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากจุดที่ออกแบบจนถึง SHUT OFF และ SHUT-OFF HEAD ต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 20% ของความดันที่ออกแบบ

9.2.1.17 การเลือกขนาดของใบพัดของเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง (CENTRIFUGAL PUMP) จะต้องเลือกขนาดของใบพัดให้มีขนาดใหญ่กว่าขนาดใบพัดที่ได้สมรรถนะตามต้องการหนึ่งขนาด เมื่อติดตั้งและเดินเครื่องสูบน้ำแล้วจึงเจียรใบพัดให้ได้ขนาดพอเหมาะ โดยดูจากปริมาณน้ำ , ความดันและการใช้ไฟฟ้าของเครื่องสูบประกอบ

9.2.1.18 การเลือกขนาดของมอเตอร์ของเครื่องสูบน้ำ ต้องเลือกขนาดมอเตอร์ให้ใหญ่พอที่จะไม่ OVERLOAD ตลอดช่วงการทำงานของเครื่องสูบน้ำตาม CURVE ใน PERFORMANCE CURVE ขนาดของมอเตอร์ที่ระบุไว้ในแบบถือเป็นแนวทางเท่านั้น และหลังจากพิจารณา PERFORMANCE CURVE แล้ว วิศวกรผู้ออกแบบจะเป็นผู้ตัดสินว่าขนาดของมอเตอร์ควร จะเป็นเท่าใด

9.2.1.19 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบติดตั้งอุปกรณ์แผงสวิทซ์, สตาร์ทเตอร์, อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ระบบสายไฟ และอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำ

9.2.1.20 เครื่องสูบน้ำจะต้องประกอบสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิต

9.2.1.21 เครื่องสูบน้ำทุกเครื่องจะต้องมี เกจ์วัดความดันทั้งทางด้านน้ำดูดและด้านน้ำส่ง

9.2.2 เครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง (SPLIT CASE CENTRIFUGAL-TYPE)

เป็นชนิด NON-OVERLOADING, SINGLE STAGE, DOUBLE SUCTION TYPE, HORIZONTAL OR VERTICAL MOUNT มีสมรรถนะตามที่ระบุไว้ในแบบแปลนที่ประสิทธิภาพในการทำงานไม่ต่ำกว่า 60 %

9.2.3 มอเตอร์ไฟฟ้า (ELECTRIC MOTOR)

มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส แบบหุ้มมิด TEFC มีชนิดโครงครอบป้องกันแบบ IP 55 (DEGREE OF PROTECTION IP 54) และชนิดของฉนวนเป็น CLASS F INSULATION เหมาะที่จะใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับแบบ 3 PHASE 50Hz. 380V.

9.3 หอผึ่งน้ำ Cooling Tower

9.3.1 ความต้องการทั่วไป

1. ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดการและติดตั้งหอผึ่งน้ำ ตามขนาดที่มีความสามารถในการระบายความร้อน ที่กำหนดในตารางเครื่องจักร และความดังของเสียงต้องไม่เกินตามมาตรฐานของ JCI (Japan Cooling Institute)
2. หอผึ่งน้ำที่ใช้ต้องถูกออกแบบให้สามารถติดตั้งและทำงานนอกอาคารได้ การประกอบชุดหอผึ่งน้ำสามารถนำชิ้นส่วนต่าง ๆ มาประกอบที่สถานที่ติดตั้งได้ ชิ้นส่วนทุกชิ้นต้องเป็นของใหม่และไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน แต่ถ้าพบว่ามีชิ้นส่วนใดชำรุด เสียหาย ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นให้ใหม่
3. หอผึ่งน้ำจะต้องได้รับการรับรองมาตรฐานด้าน Pperformance จากสถาบัน CTI certified & JIS B8609 Standards (Cooling Tower Institute, USA) หรือ JCI (Japan Cooling Institute)
4. หอผึ่งน้ำที่ใช้เป็นแบบ Cross Flow Induced Draft Cooling Tower พร้อม Water Basin ออกแบบให้สามารถใช้งานกับสภาพอากาศภายนอกแบบร้อนชื้นได้เป็นอย่างดี และจะต้องถ่ายเทความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ
5. หอผึ่งน้ำจะต้องจัดจำหน่ายโดยตัวแทนที่ได้รับการแต่งตั้งจากโรงงานผู้ผลิต และต้องจัดส่งเอกสารในการติดตั้งให้ผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อนสั่งซื้อ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในโครงการนี้ต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากประเทศ สหรัฐอเมริกา,ยุโรป (ตะวันตก), ญี่ปุ่น หรือ ภายใต้ License ของเจ้าของผลิตภัณฑ์ประเทศดังกล่าว (โดยเป็นผลิตภัณฑ์จากต่างประเทศเท่านั้น)
6. ชุดหอผึ่งน้ำจะต้องติดตั้งอยู่บนแท่นคอนกรีตเสริมเหล็ก ตามรายละเอียดที่โรงงานผู้ผลิตแนะนำและเป็นหน้าที่ ของผู้รับจ้างที่จะต้องประสานงานกับผู้เกี่ยวข้องเพื่อจัดเตรียมแท่นดังกล่าว

7. ผู้รับจ้างจะต้องเลือกขนาดขอหอผึ่งน้ำ และจำนวนตามที่ระบุไว้ในแบบ และรายละเอียดข้อกำหนด พร้อมทั้งจัดทำ Technical Selection และรายละเอียดที่จำเป็นทางเทคนิค ให้อนุมัติก่อนดำเนินการ และหอผึ่งน้ำที่ มีหลาย Cell ในหนึ่งชุดให้มี Casing กั้นระหว่าง Cell เพื่อป้องกันไม่ให้กระแสลมลัดวงจร ในกรณีเปิดใช้งานทีละ Cell
8. ในกรณีที่ขนาดของหอผึ่งน้ำที่เลือกใช้ต่อชุด มีจำนวนของมอเตอร์และพัดลม, ท่อน้ำและอุปกรณ์ที่ทางเข้า,ออก และอุปกรณ์ต่างๆมากกว่าที่กำหนดไว้ ตามแบบผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบ และจัดหาอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องดังกล่าวเพิ่มเติม จนกระทั่งชุดหอผึ่งน้ำสามารถใช้งานได้
9. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ได้แก่ Baltimor, Evapco, Nihon Spindle หรือเทียบเท่า แต่ต้องได้ตามมาตราฐานที่กำหนดไว้ข้างต้น

Casing and Structure

1. Casing

ตัวเรือนของหอผึ่งน้ำ ให้เป็นแบบ Fiberglass Reinforced Polyesteer Resin (FRP) ออกแบบให้ทนต่อการกัดกร่อน และต้านทางแรงลมได้เป็นอย่างดี โดยโลหะที่ใช้จะต้องเป็นชนิดทนต่อการกัดกร่อน เช่น HOT DIP GALVANIZED STEEL การประกอบและออกแบบทิศทางลมเข้า (Louver) จะต้องให้ทิศทางลมสัมผัสกับชุด Filling อย่างทั่วถึงเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนสูง

2. Water Distribution

น้ำที่จ่ายผ่านอุปกรณ์ลงสู่ Wet Deck Surface หรือ Hot Basin จะต้องออกแบบให้มีความสะดวกในการซ่อมบำรุงรักษาอุปกรณ์ และในกรณีที่ Cooling Tower มี Hot Basin 2 ชุด ทางด้านน้ำเข้าต้องมี Flow Control Valve เพื่อ Balance น้ำทั้งสองข้างให้ๆหลเข้าแต่ละ Cell ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน

3. Filling

Filling จะต้องออกแบบให้มีประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนได้ดี อีกทั้งจะต้องไม่ให้น้ำที่ไหลผ่านเกิดการฟุ้งกระจายของน้ำมากจนไหลเป็นน้ำตก วัสดุที่ใช้ให้เป็นแบบ Thermal-Vacuum-Formed (PVC)หรือ UV Treated Polyvinyl Chloride (UPVC) ยึดติดเข้ารูปกันอย่างแข็งแรง และวางเรียงซ้อนกันอย่างเรียบร้อยอยู่บนที่รองรับ (Filling Support) ที่ทำด้วยวัสดุ Hot Dip Galvanized Steel เพื่อให้น้ำที่ตกลงมา มีการกระจายน้ำได้อย่างสม่ำเสมอและทั่วถึง และมี Drift loss ไม่เกิน 0.02% Rated Water Flow

4. Fan

พัดลมเป็น AXIAL FLOW, ADJUSTABLE PITCH ทำจากวัสดุ Fiberglass Reinforced Polyester (FRP) มีน้ำหนักเบา เพื่อลดอัตราการกินกระแสไฟที่มอเตอร์ และต้องได้รับการสมดุล ทั้งด้านสถิตยศาสตร์ และจลศาสตร์ สมรรถนะของพัดลมจะต้องออกแบบให้สามารถส่งลมได้อย่างเพียงพอสำหรับการถ่ายเทความร้อน ด้านบนต้องมีตะแกรงทำด้วย Hot Dip Galvanized เพื่อป้องกันความเสียหายจากเศษวัสดุที่อาจจะตกลงไป

5. Moter

มอเตอร์ที่ใช้ขับพัดลมเป็นแบบ Weather Proof Totally Enclosed Fan Cooled (IP55) Insulation Class F, 380V/3Ø/50HZ, 1450 rpm และขับผ่านอุปกรณ์ทดรอบแบบสายพาชนิด V Belt and Pulley Drive พร้อมติดตั้งอยู่นอกแนวทิศทางลม เพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา ยี่ห้อของมอเตอร์ให้เป็นไปตามรายการอุปกรณ์ที่กำหนดที่ให้ใช้ หรือตามมาตรฐาน ของผู้ผลิตหอผึ่งน้ำ วิธีการเลือกขนาดมาให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาเพื่ออนุมัติ ขนาดของมอเตอร์ที่ระบุในแบบ เป็นเพียงการกำหนดเบื้องต้นเท่านั้น ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการเลือกขนาด เพื่อให้เป็นไปตามความต้องการของการใช้งาน รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ เช่น Motor Starter, Circuit Breaker, สายไฟฟ้า ฯลฯ ค่าใช้จ่ายในการจัดหามอเตอร์ และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งในทางลดลง หรือเพิ่มขึ้นจากราคาในสัญญา ถึงแม้ว่าขนาดมอเตอร์ที่เลือกใช้งาน จะเล็กหรือใหญ่กว่าขนาดมอเตอร์ที่ระบุในแบบก็ตาม

6. Cold Water Basin

Basin ทำด้วย Fiberglass Reinforced Polyester (FRP) หรือทำด้วยโลหะสังกะสี Hot Dip Galvanized Steel ผิวด้านในต้องมีความเรียบ Basin ของหอผึ่งน้ำแต่ละชุด จะต้องแยกจากกัน เพื่อสะดวกในการทำความสะอาด ขนาดความจุของ Cold Water Basin ต้องมากพอที่จะป้องกันมิให้อากาศถูกดูดเข้าไปในท่อด้านดูด ระหว่างการใช้งาน

7. Vibration Isolator

เพื่อป้องกันการส่งถ่ายการสั่นสะเทือนจาก Cooling Tower ไปสู่ตัวอาคาร ให้ผู้รับจ้างติดตั้ง Vibration Isolator: Spring Type ตามมาตรฐานผู้ผลิต

8. Miscellaneous

- ชิ้นส่วนที่เป็นเหล็ก ควรมีการป้องกันการกัดกร่อนจากโรงงานผู้ผลิตทุกชิ้นด้วยวิธี Hot Dip Galvanized ในปริมาณที่ไม่น้อยกว่า 350g/m
- ช่อง Service Door ต้องมีโครงสร้างเหมือนกับ Casing และผู้รับจ้างต้องทำบันไดที่ทำด้วย Hot- Dip Galvanized Steel เพื่อขึ้นไป Service พร้อมราวกันตก ด้านบนสุดของ Cooling Tower
- ผู้รับจ้างต้องเตรียม และติดตั้งท่อน้ำเข้า, น้ำออก, Over Flow, Drain, Make- Up Water, Inlet Air Screen, Suction Strainer และอื่นๆ ที่จำเป็น พร้อมติดตั้ง Flexible Pipe ทุกท่อที่เข้าหอระบายความร้อน
- ผู้รับจ้างต้องเตรียม และติดตั้ง Walk-way ด้านใน Cooling Tower ตั้งแต่ 2 ตัว หรือมากกว่า
- Nut และ Bolts ที่ใช้ในการติดตั้งต้องเป็น Stainless Steel Type เท่านั้น
- ชิ้นส่วนทุกชิ้นของ Cooling Tower ต้องสามารถกันสนิมและรับประกันเป็นเวลา 1 ปี

9.3.2 ชิ้นส่วนทุกชิ้นของ Cooling Tower ต้องสามารถกันสนิมและรับประกันเป็นเวลา 1 ปี ชิ้นส่วนที่เป็นเหล็ก (ยกเว้นเหล็กหล่อ) ต้องเป็น Hot Dip Galvanized หรือเป็น Stainless Steel Basin ของหอผึ่งน้ำต้องต่อถึงกันและมีขนาดความจุมากพอที่จะกันไม่ให้อากาศถูกดูดตามออกไปทางท่อน้ำขาออกขณะใช้งาน

9.3.3 ฐานคอนกรีตของหอผึ่งน้ำจะมีลักษณะตามที่ผู้ผลิตแนะนำ และผู้รับจ้างจะต้องทำการตรวจ สอบระดับและแนวเดินท่อน้ำเข้าออกในลักษณะที่จะไม่ทำให้มีอากาศขังอยู่ภายในท่อ

9.3.4 หอผึ่งน้ำทุกชุดต้องติดตั้งอยู่บน Vibration Isolator เพื่อป้องกันเสียงและการสั่นสะเทือน ตามมาตรฐานผู้ผลิต

9.3.7 สมรรถนะของเครื่อง Cooling Tower จะต้องระบายความร้อนของน้ำหล่อเย็นที่ไหลหมุนเวียน อยู่ในระบบได้ตามข้อมูลต่อไปนี้

- อุณหภูมิของน้ำที่เข้า Cooling Tower : 100°F.
- อุณหภูมิของน้ำที่ออกจาก Cooling Tower : 90°F.
- อุณหภูมิแตกต่าง : 10°F.
- อุณหภูมิกระเปาะเปียกของบรรยากาศ : 83°F.
- APPROACH : 7°F.

9.4 เครื่องปรับอากาศแบบ AIR HANDLING UNIT (CHILLED WATER COILED)

9.4.1 <u>ความต้องการทั่วไป</u>

9.4.1.1 เครื่องเป่าลมเย็น ออกแบบให้เหมาะสมสำหรับการต่อท่อลม ใช้ติดตั้งในอาคาร ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้ ส่วนคอยล์เย็น (CHILLED WATERCOIL) พัดลม, มอเตอร์, แผ่นกรองอากาศ (AIR FILTER) และอุปกรณ์ควบคุมอื่น ๆ ประกอบรวมอยู่ในเครื่องเดียวกัน

9.4.1.2 เครื่องปรับอากาศจะต้องติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่สามารถดูแลรักษาได้โดยสะดวก และติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์ป้องกันการสั่นสะเทือนตามแบบ

9.4.1.3 เครื่องปรับอากาศจะต้องประกอบเป็นชุดสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต และผ่านการทดสอบตามมาตรฐานสากลมาแล้ว

9.4.2 ตัวตู้ (CASING) ทำด้วยเหล็กอาบสังกะสี (HEAVY GAUGE GALVANIZED STEEL) พ่นสีอย่างดี มีการอัดเสริมเพื่อความแข็งแรงและมีถาดน้ำทิ้ง (CONDENSATE DRAIN PAN) ทำด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสีภายในตัวตู้ต้องบุด้วย CLOSED CELL FOAM INSULATION และบุเรียบร้อย มาจากโรงงาน

ผู้ผลิต มีความหนาไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) ถาดน้ำทิ้งบุด้วยฉนวน CLOSED CELL SELF EXTINGUISHING FOAM ซึ่งกันน้ำได้ มีความหนาไม่น้อยกว่า 12.5 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว)

9.4.3 ส่วนคอยล์เย็น (CHILLED WATER COIL)

ทำด้วยท่อทองแดงอย่างแข็ง มีครีบอลูมิเนียมอัดติดแน่นกับท่อด้วยวิธีทางกล (MECHANICAL BONDED) มีจำนวนแถวไม่น้อยกว่า 4 แถว จำนวนครีบไม่น้อยกว่า 12 ครีบต่อความยาวหนึ่งนิ้วความเร็วลมหน้าคอยล์จะต้องไม่สูงกว่า 500 FPM. และต้องมี VENT VALVE และ DRAIN VALVE สำหรับปล่อยอากาศและน้ำในท่อน้ำได้ที่เครื่องจ่ายลมเย็นแต่ละเครื่อง

9.4.4 พัดลม (FAN)

เป็นแบบหอยโข่ง (CENTRIFUGAL) มีใบพัดแบบ FORWARD CURVED และจะต้องได้รับการถ่วง ให้สมดุลย์ทั้งทางด้าน STATIC และ DYNAMIC ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ชนิด INDUCTION SQUIRREL CAGE, TOTALLY ENCLOSED FAN COOLED ฉนวนเป็น CLASS B. หมุนไม่เกิน 1,450 รอบต่อนาที พัดลมจะต้องสามารถส่งปริมาณลม และให้ความดัน (EXTERNAL STATIC PRESSURE) ไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ในแบบแปลน

9.4.5 แผ่นกรองอากาศสำหรับเครื่องปรับอากาศ

แผ่นกรองอากาศสำหรับเครื่องปรับอากาศทั่วไป จะต้องเป็นชนิด CLEANABLE ALUMINUM หนาไม่ต่ำกว่า 2 นิ้ว เว้นแต่จะได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น

9.4.6 เครื่องปรับอากาศที่มี EXTERNAL STATIC PRESSURE สูงกว่า 1 นิ้วน้ำ ต้องประกอบด้วยพัดลมที่สามารถจ่ายลมและความดันได้ตามที่ระบุไว้ในแบบ เครื่องจะต้องได้รับการประกอบ และทดสอบจากโรงงานและเมื่อใช้งานต้องไม่ก่อให้เกิดเสียงรบกวน พัดลมต้องมีค่า SOUND POWER LEVEL ไม่เกิน 65 dBA

9.4.7 ระบบควบคุม (CONTROLS) สำหรับเครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็กกว่า 5 ตันความเย็น ระบบควบคุมเป็นแบบ ON-OFF เครื่องส่งลมเย็นตั้งแต่ขนาด 5 ตัน ความเย็นขึ้นไป และเครื่องส่งลมเย็นที่มี EXTERNAL STATIC PRESSURE เกินกว่า 1 นิ้วน้ำ ควบคุมแบบ PROPORTIONAL CONTROL ค่า DIFFERENTIAL ของ THEMOSTAT ต้องไม่เกิน 1 องศาฟาเรนท์ไฮท์ 2 - WAY VALVE และ 3-WAY VALVE เป็นแบบ MOTORIZED VALVE

9.4.8 เครื่องส่งลมเย็นขนาดใหญ่แบบ Double Skin (Air Handling Unit)

9.4.8.1 ความต้องการทั่วไป

เครื่องส่งลมเย็นขนาดใหญ่ตามระบุไว้ในรายการอุปกรณ์โดยต้องผ่านขบวนการผลิตตามมาตรฐานที่มีคุณภาพสูง และได้รับประกาศณียบัตรรับรองจากสถาบันชั้นนำของโลก ได้แก่ TUV, EUROVENT และ ILH Berlin เป็นอย่างน้อย ผู้ผลิตต้องดำเนินการผลิตมาอย่างต่อเนื่องไม่น้อยกว่าสิบปีขึ้นไป โดยเครื่องจะประกอบด้วยชุดพัดลม , ชุดคอยล์เย็น , ชุดแผงกรองอากาศเป็นองค์ประกอบสำคัญ แต่ละส่วนอาศัยวิธียึดติดกันด้วยหน้าแปลน

ในการขนส่งให้แยกเป็นส่วนๆ เช่น ส่วนพัดลมพร้อมตัวเรือน ส่วนคอล์ยพร้อมตัวเรือนและถาดระบายน้ำ เป็นต้น โดยที่เป็นองค์ประกอบสำคัญนี้ แล้วนำไปประกอบที่หน่วยงานได้ แต่การประกอบจะต้องทำอย่างประณีตและจะต้องไม่รั่วตามรอยต่อ เมื่อนำเครื่องเป่าลมเข้าที่ติดตั้งจะต้องปิดปากทาง ทางลมเข้าและออกด้วยพลาสติกเพื่อกันฝุ่น และหาวิธีป้องกันตัวถังเครื่องเสียหายในระหว่างการก่อสร้างอันได้แก่ การเหยียบ การฉาบปูน เป็นต้น หากพบว่าตัวเครื่องเสียหาย จะต้องซ่อมหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนที่เสียหายให้ใหม่ ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลย์พินิจของผู้ควบคุมงาน

ผู้จัดจำหน่ายจะต้องแสดงรายละเอียดทางเทคนิคที่สมบูรณ์ของผลิตภัณฑ์ที่นำเสนอ ได้แก่ คู่มือการติดตั้งและใช้งาน พร้อมทั้งแบบแสดงขนาดเครื่องและน้ำหนัก ให้ครบถ้วนสมบูรณ์

9.4.8.2 โครงเครื่องและผนัง

โครงเครื่องทำจากเหล็กอาบสังกะสีเคลือบด้วยสีฝุ่น มีโครงเครื่องทำด้วย Glass Fiber Reinforced ผนังออกแบบให้เป็นชนิดผนัง 2 ชั้น (Double Skin) มีการป้องกันกั้นผนังด้านในและนอกไม่ให้สัมผัสกัน (Thermal break) ผนังมีความหนาไม่น้อยกว่า 47 มิลลิเมตร มีฉนวนที่เป็นวัสดุ Rockwool หรือ Mineral Wool ซึ่งไม่ติดไฟคั่นอยู่ตรงกลางตามมาตรฐาน DIN 4102 class A1 ฉนวนมีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 55 kg/m^3 และมีค่าเฉลี่ยความเป็นฉนวนกันเสียงผ่านผนัง (Average sound insulation) จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน EN1886 หรือไม่เกิน 41 dBs โดยผนังทั้งภายในและภายนอกจะต้องทำจากเหล็กอาบสังกะสีเกรดสูงพร้อมพ่นอบด้วยสีฝุ่น ความหนาของเหล็กแผ่นต้องไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร ทั้งนี้หลังจากกระบวนการผลิต พื้นผิวภายในและภายนอกรวมทั้งรอยขอบตัดทั้งหมดจะต้องถูกเคลือบทับด้วยสีฝุ่น (Powder Coated) ที่มีชั้นความหนาไม่น้อยกว่า 60 ไมครอนเพื่อป้องกันการผุกร่อน

โครงสร้างและตัวเรือนของเครื่องส่งลมเย็นจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน DIN EN 1886 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

Mechanic stability: class 1A/D2

Casing-leakage: class 1B/L2

Thermal insulation: class T2

Thermal bridge factor: class TB2

Filter by-pass leakage : <0.1%

9.4.8.3 โครงสร้างฐานเครื่อง (Base frame)

ทำจากเหล็ก Galvanized รูปตัว U ขนาดไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร เคลือบด้วยสีฝุ่น (Powder coated) โดยจะต้องออกแบบให้มีความแข็งแรงและง่ายต่อการขนส่งเพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายที่จะเกิดกับตัวเครื่องขณะเคลื่อนย้าย

9.4.8.4 คอยล์เย็น

คอยล์ทำความเย็นจะต้องประกอบจากท่อทองแดงไร้ตะเข็บเชื่อมต่อกับครีบอลูมิเนียม (Aluminium Fin) ครีบมีระยะห่างไม่น้อยกว่า 2.5 มิลลิเมตร หรือ 10 FPI และความหนาไม่เกิน 10 rows เพื่อให้สามารถล้างทำความสะอาดได้ถึงกึ่งกลางของคอยล์ได้ดี เฮดเดอร์หรือคอเลคเตอร์ (Header or Collector) ทำจากทองแดง กรอบของคอยล์ทั้งสี่ด้านทำจากเหล็กไร้สนิม (SS304) เพื่อป้องกันการผุกร่อน ชุดคอยล์มีอุปกรณ์ป้องกันการกระเซ็นของ

หยดน้ำ (Droplet Eliminator) ซึ่งผลิตจาก Polypropylene plastic ตัวกรอบทำจากเหล็กไร้สนิมและสามารถถอดเลื่อนออกทางด้านข้างเพื่อให้สามารถล้างทำความสะอาดได้ง่ายพร้อมทั้งมีถาดรองระบายน้ำใต้คอยล์ทำความเย็นและแผ่น Droplet Eliminator ตลอดแนวกั้น

9.4.8.5 พัดลม

พัดลมเป็นแบบ Plug fan Single inlet, free running radial fan with backward curved blades โดยต่อตรงเข้ากับมอเตอร์ ด้วยระบบ taper-lock เพื่อลดภาระการซ่อมบำรุงสายพาน หลีกเลี่ยงสิ่งปนเปื้อนจากการสึกหรอของสายพานและช่วยให้การทำความสะอาดพัดลมเป็นไปได้อย่างทั่วถึง ตัวฐานยึดมอเตอร์และพัดลมจะต้องทำจากเหล็ก Galvanized เคลือบด้วบสีฝุ่นและจะต้องติดตั้ง spring isolator เพื่อดูดซับแรงสั่นสะเทือน

9.4.8.6 มอเตอร์พัดลม

มอเตอร์เป็นชนิดที่ใช้กับระบบไฟฟ้า 380-400 V/ 3 Ph/ 50 Hz. แบบ Totally Enclosed Fan Cooled Squirrel Cage Induction Motor ฉนวนไฟฟ้า Class F มีการป้องกันความร้อนที่ฉนวนด้วยเทอร์มิสเตอร์ PTC ประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า IE2 ตามมาตรฐาน IEC 60034-30 Protection Class : IP55

9.4.8.7 อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์

อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ (VSD) ใช้ควบคู่ในการควบคุมการทำงานของพัดลม ต้องได้รับการออกแบบมาสำหรับการใช้งานในระบบปรับอากาศและระบายอากาศโดยเฉพาะ (HVAC) VSD จะต้องมี RFI Filter เพื่อลดสัญญาณรบกวนความถี่สูง ตามมาตรฐาน EMC (Electromagnetic compatibility) EN55011 class B (50 meters) VSD จะต้องมีระบบการป้องกันได้แก่ Main phase loss, Over and Under Voltage, Inverter overload, Motor ETR and Thermistor over temperature, Over Current, Earth Fault, Short Circuit, Motor phase missing, Over temp., Mains failure, Internal fault, Current limit, No-Flow, Dry Pump, Broken Belt เป็นต้น

9.4.8.8 ถาดน้ำทิ้ง

ถาดรองน้ำที่ติดตั้งอยู่บริเวณใต้แผงคอยล์ทำความเย็นมีลักษณะเป็นแบบผนังสองชั้นเช่นเดียวกับผนังเครื่อง โดยผนังภายในจะต้องทำจากแผ่นเหล็กไร้สนิม (Grade 1.4301 หรือ SS304) หนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร มีความลาดเอียงโดยรอบสู่รูระบายตรงกลางถาดและมีท่อระบายน้ำทิ้งออกทางด้านข้างของเครื่องเพื่อให้สามารถระบายน้ำออกได้อย่างรวดเร็วและไม่ไหลล้นออกจากถาด ผนังภายนอกทำจาก เหล็ก Galvanized ถาดรองน้ำทิ้งใช้ฉนวนชนิดเดียวกันกับผนังหรือวัสดุที่ไม่ติดไฟเพื่อป้องกันการติดไฟตามมาตรฐาน DIN 4102 class A1 นอกจากนี้ท่อน้ำทิ้งจากเครื่องต้องมี Ball Siphon เพื่อป้องกันการรั่วของอากาศภายนอกเข้าสู่ภายในเครื่อง

9.4.8.9 ช่องบริการ

จะต้องเป็นตามมาตรฐานของผู้ผลิต โดยออกแบบให้มีลักษณะโครงสร้างเช่นเดียวกับผนังเครื่อง ตัวประตูจะต้องออกแบบให้สามารถเข้าตรวจสอบภายในได้ โดยไม่ทำให้ฉนวนเสียหาย ประตูทุกบานควรจะมีความสูงจากพื้นจนถึงหลังคาของเครื่อง(กรณีที่เครื่องมีความสูงเกิน 2 เมตรสามารถใช้ประตูที่มีความสูง 2 เมตรได้)

ประตูจะต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตรสำหรับประตูทั่วไปและ 450 มิลลิเมตรสำหรับประตูที่ใช้สำหรับเปิดให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าทำการซ่อมบำรุงได้โดยสะดวก

ประตูในส่วนของพัดลมจะต้องมีช่องมองทำจากอะคริลิกใสสองชั้นเพื่อป้องกันการเกิดฝ้าหรือหยดน้ำที่ช่องมอง

9.4.8.10 แผ่นกรองอากาศสำหรับเครื่องส่งลมเย็นขนาดใหญ่

ติดตั้งอยู่ภายในเครื่องส่งลมเย็นตามที่ระบุในแบบ

แผ่นกรองอากาศขั้นต้น (Pre filter) เป็นชนิด Extended Surface Pleated Panel วัสดุตัวกรองทำมาจาก Non-Woven Cotton หรือ Synthetic Fiber กรอบทำมาจาก Moisture resistance cardboard frame และเสริมความแข็งแรงด้านลมออกด้วย Expanded Metal ประสิทธิภาพ MERV8 (30-35% Dust Spot Efficiency ตาม ASHRAE Standard 52.2-2007) หรือ G4 ตามมาตรฐาน EN779:2002 ความหนา ไม่น้อยกว่า 45 มิลลิเมตร

แผ่นกรองอากาศขั้นกลาง (Medium Filter) เป็นชนิด High Capacity Extended Rigid Pocketsวัสดุตัวกรองทำมาจาก Synthetic filter media with hot melt separator ตัวกรอบทำมาจาก Plastic ขึ้นรูปหล่อเป็นชิ้นเดียวกัน ประสิทธิภาพ MERV 14, 16 (80-90%, >95% ตามมาตรฐาน ASHRAE Standard 52.2-2007) หรือ F7, F9 ตามมาตรฐาน EN779:2002 ความหนา ไม่น้อยกว่า 600 มิลลิเมตร

แผ่นกรองอากาศ HEPA วัสดุตัวกรองทำมาจาก glass fiber paper with hot melt separator ตัวกรอบทำมาจาก Galvanized steel ประสิทธิภาพ 99.99% on 0.3 Micron หรือ H13 ตามมาตรฐาน EN1822ความหนา ไม่น้อยกว่า 290 มิลลิเมตร

9.5 FAN COIL UNIT (CHILLED WATER COIL)

9.5.1 <u>ความต้องการทั่วไป</u>

9.5.1.1 เครื่องเป่าลมเย็นแต่ละชุด สามารถส่งลมเย็นได้ไม่น้อยกว่าจำนวนลมที่ระบุไว้ในแบบและรายการอุปกรณ์

9.5.1.2 พัดลมเป่าลมเย็นเป็นแบบ CENTRIFUGAL BLOWER ลมเข้าได้ 2 ทาง (DWDI) พัดลมตัวเดียวหรือสองตัวติดตั้งอยู่บนเพลาเดียวกัน

9.5.1.3 มอเตอร์ขับพัดลมแบบ DIRECT - DRIVE หรือผ่านสายพาน, พู่เลย์ตัวขับเป็นแบบปรับความเร็วสายพานได้ ตัวพัดลมจะต้องได้รับการตรวจหรือปรับทางด้าน STATICALLY และ DYNAMICALLY BALANCED มาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต

9.5.1.4 ตัวถังเครื่องเป่าลมเย็น ทำด้วยเหล็กอาบสังกะสีและพ่นสีภายนอกอย่างดี ภายในตัวเครื่องบุด้วยฉนวน NEOPRENE COATED FIBER-GLASS ถาดรองน้ำทิ้งบุด้วยฉนวนกันความร้อน ประกอบมาเสร็จเรียบร้อยจากโรงงานผู้ผลิต

9.5.1.5 อุปกรณ์ประกอบของเครื่องเป่าลมเย็นมีดังต่อไปนี้

ก. คอยล์เย็น (CHILLED WATER COIL) ทำด้วยทองแดง มีครีบอลูมิเนียม

ข. OVERLOAD PROTECTION FOR FAN MOTOR

ค. DRAIN AND DRAIN PAN

ง. 1 INCH THICK CLEANABLE TYPE AIR FILTER (ALUMINIUM TYPE)

9.5.1.6 เครื่องปรับอากาศที่มี EXTERNAL STATIC PRESSURE สูง ต้องประกอบด้วยพัดลมที่สามารถจ่ายลมและความดันได้ตามที่ระบุไว้ในแบบ เครื่องจะต้องได้รับการประกอบและทดสอบจากโรงงาน และเมื่อใช้งานต้องไม่ก่อให้เกิดเสียงรบกวน พัดลมต้องมีค่า SOUND POWER LEVEL ไม่เกิน 65 d BA.

9.6 เครื่องปรับอากาศแบบ SPLIT TYPE AIRCONDITIONING UNIT

9.6.1 <u>ความต้องการทั่วไป</u>

เครื่องปรับอากาศชุดหนึ่ง ๆ ประกอบด้วยเครื่องระบายความร้อน (CONDENSING UNIT) ซึ่งใช้คู่กันกับเครื่องเป่าลมเย็น (FAN COIL UNIT) ทั้งชุดประกอบมาเสร็จเรียบร้อยจากโรงงานโดยที่เครื่องระบายความร้อนเป็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (AIR-COOLED CONDENSING UNIT) ซึ่งเมื่อใช้คู่กับเครื่องเป่าลมเย็นตามที่ผู้ผลิตแนะนำและมีหลักฐานยืนยันแล้ว จะต้องสามารถทำความเย็นรวม (MATCHING CAPACITY) ได้ตามข้อกำหนด ในรายการอุปกรณ์ที่สภาวะอากาศก่อนเข้าคอล์ยเย็น (COOLING COIL) 80 FDB, 67 FWB และอากาศก่อนเข้าคอล์ยร้อน (CONDENSER COIL) ที่อุณหภูมิ 95 FDB, อุณหภูมิ น้ำยาทางด้านดูดกลับ (SATURATED SUCTION TEMPERATURE) ไม่เกิน 45 องศาฟาเรนไฮต์ ระบบไฟฟ้า 380 V./ 3 PH/ 50 Hz.หรือ 220 V./ 1 PH/ 50 Hz.

9.6.2 เครื่องระบายความร้อน (CONDENSING UNIT)

เป็นแบบเป่าลมร้อนขึ้นด้านบนหรือด้านข้าง ประกอบด้วย COMPRESSOR เป็นแบบ WELDED SHELL HERMETIC TYPE, SEMI-HERMETIC TYPE ,RECIPROCATING TYPE หรือ ROTARY TYPE SINGLE OR DUAL CIRCUITS OF REERIGERATION ใช้กับน้ำยา REFRIGERANT-22 ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 V./ 3 PH/50 Hz. หรือ 220V /1PH/50Hz. ตามที่กำหนดในแบบ โดยห้ามทำการดัดแปลงหรือใช้หม้อแปลงเพื่อแปลงแรงดันไฟฟ้าอีกที่หนึ่ง รายละเอียดอื่น ๆ มีดังต่อไปนี้

9.6.2.1 COMPRESSOR แต่ละชุด ต้องติดตั้งอยู่บนฐานที่แข็งแรงและมีลูกยางกันกระเทือนรองรับ

9.6.2.2 ตัวถังเครื่องระบายความร้อน ทำด้วยเหล็กอาบสังกะสีหรือเหล็กดำ พ่นสีกันสนิมและพ่นสีภายนอกอย่างดี ซึ่งทนทานต่อสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร

9.6.2.3 พัดลมระบายความร้อนเป็นแบบ PROPELLER TYPE ขับด้วยมอเตอร์ชนิด WEATHER PROOF ใช้กับระบบไฟฟ้า 220 โวลท์ 1 เฟส 50 เฮิร์ท

9.6.2.4 แผงระบายความร้อน (CONDENSER COIL) ทำดวยท่อทองแดง มีครีบระบายความร้อน ทำด้วย ALUMINIUM ชนิด PLATE FIN TYPE อัดติดแน่นกับท่อด้วยวิธีกล จำนวนครีบระบายความร้อนไม่น้อยกว่า 13 ครีบต่อนิ้ว (13 FIN/INCH)

9.6.2.5 อุปกรณ์อื่น ๆ ในเครื่องระบายความร้อนมีดังนี้

ก. THERMAL OVERLOAD PROTECTION FOR COMPRESSOR

ข. OVERLOAD PROTECTION FOR FAN MOTOR

ค. COMPRESSOR CONTACTOR

ง. HIGH PRESSURE SWITCH

จ. LOW PRESSURE SWITCH

ฉ. REFRIGERANT FILTER DRIER

ช. SIGHT GLASS

ซ. SUCTION LINE SHUT-OFF VALVES

ฌ. LIQUID LINE SHUT-OFF VALVES

ญ. HOT GAS LINE SHUT-OFF VALVES สำหรับเครื่องขนาดตั้งแต่ 3 ตันความเย็นขึ้นไป

ฎ. REFRIGERANT CHARGING PORT

ฏ. TIME DELAY RALAY

ฐ. CRANKCASE HEATER (สำหรับเครื่องขนาดตั้งแต่ 3 ตันความเย็นขึ้นไป)

9.6.3 <u>เครื่องเป่าลมเย็น</u> (FAN COIL UNIT)

9.6.3.1 เครื่องเป่าลมเย็นแต่ละชุด สามารถส่งลมเย็นได้ไม่น้อยกว่าจำนวนลมที่ระบุไว้ในแบบและรายการอุปกรณ์

9.6.3.2 พัดลมเป่าลมเย็นเป็นแบบ CENTRIFUGAL BLOWER ลมเข้าได้ 2 ทาง (DWDI) พัดลมตัวเดียวหรือสองตัวติดตั้งอยู่บนเพลาเดียวกัน

9.6.3.3 มอเตอร์ขับพัดลมแบบ DIRECT-DRIVE ตัวพัดลมจะต้องได้รับการตรวจหรือปรับทางด้าน STATICALLY และ DYNAMICALLY BALANCED มาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต

9.6.3.4 ตัวถังเครื่องเป่าลมเย็น ทำด้วยเหล็กอาบสังกะสีหรือเหล็กดำพ่นกันสนิมและ สีภายนอกอย่างดี ภายในตัวเครื่องบุด้วยฉนวน NEOPRENE COATED FIBER GLASS ถาดรองน้ำทิ้งบุด้วยฉนวนกันความร้อน ประกอบเสร็จเรียบร้อยมาจากโรงงานผู้ผลิต

9.6.3.5 อุปกรณ์ประกอบของเครื่องเป่าลมเย็นมีดังต่อไปนี้

ก. THERMOSTATIC EXPANSION VALVE

ข. CAPILLARY TUBE (อาจใช้สำหรับเครื่องขนาด ต่ำกว่า 3 ตันความเย็นลงมา)

ค. OVERLOAD PROTECTION FOR FAN MOTOR

ง. DRAIN AND DRAIN PAN

จ. 1 INCH THICK CLEANBLE TYPE AIR FILTER (ALUMINIUM TYPE)

9.6.4 การติดตั้งระบบปรับอากาศแบบ (SPLIT TYPE SYSTEM)

9.6.4.1 การติดตั้งระบบปรับอากาศให้เป็นไปตามแบบสำหรับเครื่องเป่าลมเย็น การติดตั้งอาจเคลื่อนย้ายจุดติดตั้งได้ตามความเหมาะสมและความเห็นชอบของผู้คุมงาน การติดตั้ง เครื่องระบายความร้อน ให้รองรับทุกเครื่องด้วยขาเหล็ก มีลูกยางกันกระเทือนรองรับ ชิ้นส่วนที่เป็นเหล็ก ให้ทาสีกันสนิมและทาสีภายนอกอีกชั้นหนึ่ง

9.6.4.2 การติดตั้งสวิทซ์ปิด-เปิดและเครื่องควบคุมอุณหภูมิ (THERMOSTAT) ให้ติดตามจุดที่กำหนดให้ในแบบหรือรายการ ในกรณีที่มีอุปสรรคเกี่ยวกับโครงสร้างของอาคารทำให้ไม่สามารถติดตั้งได้ตามจุดที่กำหนดในแบบ ผู้คุมงานจะเป็นผู้กำหนดให้ใหม่ เวลาทำการติดตั้ง

9.6.4.3 การติดตั้งเครื่องเป่าลมเย็นให้มี VIBRATION ISOLATORS รองรับเพื่อป้องกันการสั่นสะเทือน การติดตั้งระบบปรับอากาศให้คำนึงถึงเรื่องเสียงเป็นสำคัญ โดยเมื่อเดินเครื่องปรับอากาศจะต้องมีเสียงดังน้อยที่สุด

9.6.5 ระบบท่อน้ำยา (REFRIGERANT PIPING SYSTEM)

9.6.5.1 ระบบท่อน้ำยาใช้ท่อทองแดง (COPPER TUBE HARD DRAWN TYPE L) ตามมาตรฐาน ASTM B88 ท่อ SUCTION หุ้มฉนวน CLOSED CELL FOAM PLASTIC หนาไม่ต่ำกว่า 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) หรือตามที่ระบุในแบบ ท่อน้ำยา SUCTION และ LIQUID ให้เดินแยกจากกัน โดยมี CLAMP รัดทุก ๆ ระยะที่ห่างกันไม่เกิน 2.5 เมตร ฉนวนหุ้มท่อส่วนที่รัด CLAMP ให้สอดแผ่นสังกะสีกว้างไม่น้อยกว่า 10 เซ็นติเมตร (4 นิ้ว) หุ้มรอบฉนวนก่อนรัด CLAMP

9.6.5.2 การเดินท่อน้ำยาจะต้องเดินขนานหรือตั้งฉากกับอาคาร ท่อส่วนที่เจาะทะลุตัวอาคาร ให้ใส่ PIPE SLEEVES ทุกแห่งและอุดช่องว่างด้วยวัสดุกันน้ำ ท่อน้ำยาและท่อสายไฟที่เดินทะลุขึ้นไปบนดาดฟ้า ให้ทำฝาครอบ หรือ ก่ออิฐปิดช่องที่ท่อทะลุขึ้นไปเพื่อกันฝน ท่อทั้งหมดที่เดินบนดาดฟ้า ให้รองรับด้วย HOT DIP C-CHANNEL ขนาด 40x40x3 mm. โดยเหล็กรับดังกล่าว ต้องอยู่ห่างกันไม่เกิน 2.5 เมตร ความยาวของเหล็กรองรับต้องมากพอที่จะรับ CLAMP ยึดท่อทั้งหมดได้

9.6.5.3 ภายหลังการเชื่อมท่อน้ำยาแล้ว ให้ทำการทดสอบหารอยรั่วด้วยก๊าซไนโตรเจน ที่ความดัน ไม่ต่ำกว่า 28 กก./ ตร.ซม. ทิ้งไว้อย่างน้อย 24 ชั่วโมง โดยความดันอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป (0.1 องศาเซลเซียส / ตร. ซม.) แล้วจึงทำการ VACUUM ด้วย VACUUM PUMP จนมีความดันต่ำกว่าบรรยากาศประมาณ 2.1 กก. / ตร.ซม. อย่างน้อย 1 ชั่วโมง แล้วจึงเติมน้ำยา

9.7 <u>ระบบปรับสภาวะน้ำ</u>

9.7.1 Water Softener

ใช้จำนวน 1 Set (Duplex Type) ทำงานอัตโนมัติ อัตราการโหล 20 GPM.x 200 m^3/cuycle เป็นชนิด Vertical Cylindrical ใช้วัสดุ Mild Steel Plate Made ความหนา 4.5 mm. เคลือบด้วย Inner epoxy cauted 3 layer Filter ใช้วัสดุ Cation Exchange Resin ใช้ Valve ชนิด Diaphragm ขนาดของ Valve น้ำเข้า , น้ำออก และ Drain Valve มีขนาด 2 in มี Pressure gauge 2 ชุด , Sampling Cook 2 ชุด , Air vent 1 ชุด , Sight glass 1 ชุด และ Water reset meter 1 ชุด

9.7.2 Brine Tank

ถังน้ำเกลือทำจาก Polyethylene ขนาด 300 lite พร้อมด้วยชุดกวนน้ำเกลือใช้ Motor ขนาด 0.5 Hp. 380 V 50 Hz. 1450 rpm โดยมี Shaft และ Impellar ทำด้วย Stainless steel

9.7.3 Chemical Supply

- จัดสารเคมีป้องกันสนิมสำหรับระบบท่อน้ำ Condenser ให้เพียงพอกับการใช้ในระยะเวลา 1 ปี
- จัดสารเคมีปรับสภาวะน้ำให้มีค่า PH ได้ตามกำหนดให้เพียงพอกับการใช้ในระยะเวลา 1 ปี
- จัดสารเคมีป้องกันตะใคร่น้ำให้เพียงพอกับการใช้ในระยะ 1 ปี
- จัดสารเคมีป้องกันสนิมสำหรับระบบท่อน้ำเย็น ให้เพียงพอกับการใช้ในระยะ 1 ปี

9.7.4 Chemical Pump & Chemical Tank 2 Set

ในแต่ละชุดของ Chemical feed pump จะมีข้อกำหนดดังนี้

- อัตราการโหล 3.9 L/hr
- Head pump 7 bar
- Foot valve 1 ชุด
- Injection Valve 1 ชุด
- PVC Suction tube
- PE Discharge tube

9.7.5 Automatic Bleed off Control System 1 Set ประกอบด้วย

- Conductivity analyzer 1 unit อยู่ในช่วง 0 – 7500 microsiemens / cm.
- Conductivity sensor 1 unit
- Solenoid Valve 1 unit

- ตู้ Control พร้อมเดินสายภายในเรียบร้อยและผ่านการทดสอบการทำงานแบบอัตโนมัติของ bleed off control

9.7.6 Bypass feeder 1 set

ขนาด 20-30 gallon ทำจาก Mild Sleet plate ภายในเคลือบด้วย Epoxy

9.7.7 Test Kit 1 Set อุปกรณ์การทดสอบ มีดังนี้

- Chloride test Kit 1 unit
- Total Hardness test Kit 1 unit
- M – Alkalinity test Kit 1 unit
- P – Alkalinity test Kit 1 unit
- PH test Kit 1 unit

9.8 ท่อน้ำทิ้ง (CONDENSATE DRAIN PIPING)

9.8.1 ท่อน้ำทิ้งจากเครื่องปรับอากาศให้ใช้ท่อ PVC CLASS 8.5 ตามมาตรผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 17- 2524 อุปกรณ์ข้อต่อจะต้องใช้ชนิดที่มีความหนาตามประเภทท่อที่ใช้และใช้น้ำยาตามแนะนำของผู้ผลิต

9.8.2 ท่อระบายน้ำทิ้งจากเครื่องปรับอากาศต้องเอียงไปทางปลายทางไม่น้อยกว่า 1 ต่อ 100

9.8.3 ท่อน้ำทิ้ง ให้หุ้มฉนวนชนิดเดียวกับฉนวนท่อน้ำยาโดยมีความหนาของฉนวนไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ท่อน้ำทิ้งบางส่วน ซึ่งอยู่ในบริเวณที่น้ำหยดจากผิวท่อแล้วไม่เกิดความเสียหาย เช่น ห้อง PUMP ,ห้อง AHU ระเบียง ไม่ต้องหุ้มฉนวน ทั้งนี้ให้ขึ้นกับดุลพินิจของผู้ควบคุมงาน

9.9 ระบบท่อน้ำเย็น และอุปกรณ์ (PIPING AND ACCESORIES)

9.9.1 วัสดุท่อและข้อต่อ

9.9.1.1 ท่อน้ำและอุปกรณ์จะต้องมีคุณสมบัติได้ตามข้อกำหนดของมาตรฐาน ASTM, ASA และ MSS.

9.9.1.2 วัสดุที่ใช้ทำท่อน้ำ (PIPING MATERIAL) ท่อน้ำสำหรับระบบปรับอากาศ ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น

- ท่อขนาดตั้งแต่ 8” ขึ้นไปและท่อเมน Riser ให้ใช้เป็น ท่อเหล็กดำมีตะเข็บ ถือตามมาตรฐานท่อดังต่อไปนี้ ASTMA-120 หรือ ASTMA-53 ชนิด SCHEDULE 40 สำหรับข้อต่อต่าง ๆ ที่ใช้จะต้องทนความดันและทนต่อการกัดกร่อนและสึกกร่อนได้ไม่ต่ำกว่า ท่อน้ำที่ใช้ ห้ามใช้ MITER JOINTS ในระบบท่อน้ำ ปลายท่อเป็น BEVEL END

- ท่อขนาดตั้งแต่ 6” ลงมา ให้ใช้ เป็น ท่อ PP-R SDR -6 ชนิดทนแรงดันได้ที่ 20 บาร์
- ท่อน้ำเติม (MAKE - UP WATER PIPING) และท่อน้ำเข้า - ออก EXPANSION TANK เป็นท่อ PP-R 80 ชนิด SDR 11 (PN 10). หุ้มด้วย CLOSE CELL RUBBER หนา ½”
- ข้อต่อต่าง ๆ (FITTINGS) :

ก. WELDED PIPING: ข้อต่อเหล็กชนิดเชื่อมให้ใช้ SCH. 40 และให้ถือตามมาตรฐาน ASA B - 16.9 และ ASTM A - 234 ต้อง REAM ปลายท่อให้เรียบร้อย ก่อนเชื่อม

ข. ใช้ ECCENTRIC REDUCER สำหรับบริเวณที่มีการเปลี่ยนขนาดท่อในแนวระดับ

ค. สำหรับท่อน้ำที่ต่อเข้าเครื่องปรับอากาศแบบ AIR HANDLING UNIT ให้ใช้

FLEXIBLE CONECTOR ระหว่างเครื่องปรับอากาศ กับท่อน้ำ

9.9.1.3 ท่อน้ำเย็น (Chilled Water Pipe) ที่กำหนดให้ใช้ ท่อพีพี-อาร์ (80) ขนาด 20 mm -160 mm ให้ใช้รุ่น SDR 6 ชนิดทนแรงดันได้ที่ 20 บาร์ แบบผสมเส้นใยไฟเบอร์กลาส ผลิตตามมาตรฐาน DIN 8077-78 โดยได้รับการรับรองจากสถาบัน DVGW , TUV และผ่านการทดสอบความสะอาดตามมาตฐาน BS 6920 Part II บนเส้นท่อมีเส้นคาดสีแดง4 เส้นแสดงประเภทของท่อที่เลือกใช้ชัดเจน และพิมพ์รหัสเครื่องหมายมาตรฐานท่อ และขนาด ระบุบนตัวท่อ สำหรับท่อที่มีขนาดเกินเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 mm. (1/2 นิ้ว)

9.9.1.4 อุปกรณ์ข้อต่อ ให้ใช้ข้อต่อเกลียวทองเหลืองเต็มเกลียว ชนิดเคลือบหรือไม่เคลือบผิวด้วยนิเกิล โดยเป็นชนิดเดียวกันกับท่อ เม็ดพลาสติกที่ใช้ผลิตท่อและข้อต่อ ต้องมีเอกสารยืนยันจากผู้จำหน่าย ค่าสัมประสิทธิ์การการนำความร้อน 0.15 W/m.K และให้ติดตั้งแบบเชื่อมสอด (Socket Fusion) เท่านั้น สำหรับท่อขนาด 20mm-110mm และ ท่อขนาด 110 mm-160mm สามารถเลือกการติดตั้งแบบเชื่อมสอด(Socket Fusion) หรือแบบเชื่อมชน(Butt Fusion)

ข้อจำกัดเฉพาะของท่อและข้อต่อพีพี-อาร์ 80 ที่นำมาใช้

- เม็ดพลาสติกที่ใช้ ต้องมีเอกสารยืนยันอย่างถูกต้องและระบุ รุ่นของเม็ดพลาสติกที่ใช้อย่างชัดเจนอย่างชัดเจน
- สามารถรับประกันเรื่องความครบถ้วนของสินค้าและการจัดส่งได้
- มีตัวแทนจำหน่ายอย่างทั่วถึง
- มีชนิดของข้อต่อที่จำเป็นต้องใช้อย่างครบถ้วน เช่น ข้อต่อตรง สามทาง ข้องอ ยูเนี่ยน แท่งซ่อม เป็นต้น
- สามารถรับประกันอายุการใช้งานของท่อและข้อต่ออย่างน้อย 5 ปี โดยต้องเป็นบริษัทที่มีความน่าเชื่อและมีความสามารถในการรับประกันความเสียหายได้
- มีProduct Liability Insurance จากบริษัทประกันชั้นนำที่น่าเชื่อถือ เช่น Liberty , Zurich วงเงินรับประกัน ไม่น้อยกว่า 1 ล้านเหรียญสหรัฐ

9.9.1.5 การป้องกันการลามไฟสำหรับท่อพีพีอาร์ (80)

สำหรับท่อพีพีอาร์(80) ที่เดินในช่องท่อ ผ่านระหว่างชั้น จะต้องหุ้มด้วยวัสดุป้องกันไฟลามชนิด Pipe Collar ที่เหมาะสมกับท่อ พีพีอาร์ (80) ตามมาตรฐานที่ระบุไว้

9.9.1.6. การป้องกันกรณีใช้งานตากแดดหรือสัมผัสรังสียูวี โดยตรงให้ทาผิวนอกท่อด้วยสีกันยูวี ตามมาตรฐานของผู้ผลิตท่อ

9.9.2 วัสดุและอุปกรณ์

9.9.2.1 ความต้องการทั่วไป

ก. วาล์วทุกชนิด (ยกเว้น Control Valve) สเทรนเนอร์และข้อต่ออ่อนต้องมีขนาดเท่ากับท่อ น้ำที่อุปกรณ์ดังกล่าวติดตั้งอยู่

ข. วาล์วควบคุม ซึ่งใช้ควบคุมเฉพาะการปิด-เปิด (On-Off) เครื่องปรับอากาศต้องมีขนาด เท่ากับท่อน้ำที่วาล์วนั้นติดตั้งอยู่ และต้องมีความดันลดของน้ำที่ตัววาล์วไม่เกิน 3.0 เมตร (10 ฟุต) ของน้ำที่ปริมาณการไหลของน้ำสูงสุดและจะต้องไม่มีเสียงดัง

ค. โดยทั่วไปวาล์วที่ติดตั้งบนท่อน้ำในแนวนอน (Horizontal Pipe) ต้องให้ก้านวาล์วอยู่ใน แนวดิ่งเว้นแต่จะมีสาเหตุจำเป็นหรืออุปสรรคในการติดตั้งหรือใช้งาน จึงอนุญาตให้ก้านวาล์วติด ตั้งอยู่ในแนวเอียงได้ไม่เกิน45องศา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการพิจารณาและอนุมัติจากผู้คุมงานเป็นแต่ละ กรณีไป

ง. วาล์วที่ปิด-เปิดขณะใช้งานบ่อยหากสามารถทำได้ ต้องติดตั้งให้ตัววาล์วไม่สูงกว่า 1.50 เมตร จากพื้น

จ. วาล์วขนาด 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) และใหญ่กว่าที่ติดตั้งอยู่สูงเกิน 2.50 เมตร จากพื้นต้องติดตั้ง Chain Wheel และโซ่ทำด้วยเหล็กไม่เป็นสนิมห้อยลงมาสูงจากพื้นประมาณ 1.00 เมตร พร้อมที่คล้องโซ่ในตำแหน่งที่เหมาะสม

9.9.2.2 วาล์วน้ำแบบประตู (GATE VALVE)

ก. วาล์วขนาด 15 มิลลิเมตร(1/2") ถึง 50 มิลลิเมตร(2นิ้ว) ตัววาล์วทำด้วย Bronze(BS1400-LG2 OR ASTM B62) แบบ Screw Bonnet , Screw End , Class125(200 W.O.G) , Rising Stem , Standard Conform : BS5154 OR MSS SP80

ข. วาล์วขนาด 65 มิลลิเมตร(2 1/2") และใหญ่กว่าตัววาล์วทำด้วย Cast-Iron(BS1452 Grade220 Or ASTM A126 Class B) , Bolt Bonnet , Bronze Trimmed , Rising Stem Outside Screw And Yoke , Solid Wedge , Flanged End , Class125(200 W.O.G) , Standard Conform : BS5150 OR MSS SP70

ค. วาล์วจะต้องออกแบบมาให้ทนแรงดันใช้งาน (W.O.G Pressure Rating) ได้ไม่น้อยกว่า 14 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

9.9.2.3 วาล์วน้ำแบบ BALL VALVE

สำหรับขนาด 1/2 ถึง 2 - 1/2 นิ้ว ทำด้วย COPPER ALLOY หรือทองเหลือง ก้านทำด้วย COPPER ALLOY หรือ STAINLESS STEEL, BALL ทำด้วย BRASS ฉาบ CHROME PLATED หรือ

STAINLESS STEEL, SEAT ทำด้วย PTFE, SCREW CONNECTIONกรณีที่ใช้กับท่อน้ำที่มีการหุ้มฉนวนกันความร้อน ตัววาล์วจะต้องเป็นแบบ Extended Stem ก้านวาล์ว จะสูงกว่าปรกติ เพื่อให้หุ้มฉนวนได้

9.9.2.4 CHECK VALVE

ก. วาล์วขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 40 มิลลิเมตร (1 1/2 นิ้ว)เป็นแบบ Swing Check Valve ,Screw in Cap ตัวเรือนทำด้วย Bronze BSEN1982 CC491K, Disc ทำด้วย Bronze BSEN1982 CC491K , ข้อต่อแบบ Screwed Ends ออกแบบมาให้ทนแรงดันใช้งาน (W.O.G. Pressure Rating) ได้ไม่น้อยกว่า 14 กิโลกรัมต่อตารางเซ็นติเมตร (200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)และผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการติดตั้ง เพื่อไม่ให้เกิดเสียงดังจาก WATER HAMMER.

ข. วาล์วขนาด 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และใหญ่กว่าเป็นแบบ Non-Slamming Check Valve หรือ Spring Loaded Duo-Disc Check Valve, ตัวเรือนทำด้วย Cast-Iron (BS1452 Grade220 or ASTM A126 Class B) หรือ Cast Steel เป็นแบบ Wafer หรือ Flanged Ends, Disc ทำด้วย Aluminum Bronze, มี Seat ทำด้วย Buna-N หรือ EPDM, Stem or Hinge pin ทำด้วย Stainless Steel และมี Spring ทำด้วย Stainless Steel ออกแบบมาให้ทนแรงดันใช้ งาน (W.O.G. Pressure Rating) ได้ไม่น้อยกว่า 14 กิโลกรัมต่อตารางเซ็นติเมตร (200 ปอนด ต่อตารางนิ้ว)และผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการติดตั้ง เพื่อไม่ให้เกิดเสียงดังจาก WATER HAMMER.

9.9.2.5 BUTTERFLY VALVE

สำหรับใช้กับท่อ 75 มิลลิเมตร (3 นิ้ว) และใหญ่กว่า ตัววาล์ว (BODY) ทำด้วย CAST-IRON หรือ STEEL มี ALIGNMENT HOLES สำหรับการยึดหน้าแปลน และมี BUNA-N หรือ EPDM SEAT PRESSURE RATING,CLASS 150 ปอนด์, DISC ทำด้วย STAINLESS STEEL หรือ ALUMINIUM BRONZE วาล์วขนาด 75 มิลลิเมตร (3 นิ้ว) ถึง 150 มิลิเมตร (6 นิ้ว) ให้ใช้เป็นชนิด THROTTLING HANDLE พร้อม LOCKING LUG วาล์วขนาด 200 มิลลิเมตร (8 นิ้ว) และใหญ่กว่า ให้ใช้เป็นชนิด HAND WHEELGEAR OPERATED และมีขีดบอกตำแหน่งที่วาล์ว สำหรับวาล์วใช้กลางแจ้งจะต้องทนสภาวะอากาศได้ดี

MOTOR OPERATED VALVE หรือ MOTOR DRIVED VALVE เป็นแบบ BUTTERFLY VALVE (LUG TYPE) ชุด MOTOR ใช้กับระบบไฟฟ้า 220/1/50 CLASS OF PROTECTION IP 55 มี INDICATOR แสดงตำแหน่งของ VALVE DISC และสามารถเปิดปิด VALVE ด้วยวิธี MANUAL ได้ ในกรณีที่ไฟฟ้าขัดข้อง และเมื่อ VALVE ปิด-เปิด จนสุดแล้วจะต้องไม่มีกระแสไฟฟ้าตกค้างที่มอเตอร์

9.9.2.6 อุปกรณ์ไล่อากาศอัตโนมัติ (AUTOMATIC AIR VENT)

ก. Automatic Air Vent ให้ติดตั้งที่จุดสูงสุดของท่อน้ำแนวตั้ง (Riser) ทั้งท่อน้ำ Supply และ Return ที่เครื่องส่งลมเย็น และ Fan Coil Unit ทุกเครื่อง และท่อน้ำที่ติดตั้งในแนวนอนที่มีการหักขึ้นลง โดยจะต้องจัดเตรียม Valve แบบ Gate Valve หรือ Ball Valve ขนาดเท่ากับท่อน้ำทางเข้าของ Automatic Air Vent

ข. เป็นแบบ DIRECT ACTING FLOAT TYPE Trim and Float ให้เป็น Stainless Steel, Casing ให้เป็น Cast Iron, Forged Steel หรือ Brass กรณีที่ Air Vent ติดตั้งในฝ้าเพดานให้ต่อท่อ Drain เพื่อนำน้ำที่ระบายออกไปทิ้งยังจุดรับน้ำทิ้งที่เหมาะสม ขนาดของท่อต่อเข้า 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) ออกแบบมาให้ทนแรงดันขณะใช้งาน (W.O.G. PRESSURE RATING) ได้ไม่น้อยกว่า 10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ลูกลอยและส่วนประกอบภายใน ทำด้วย STAINLESS STEEL

9.9.2.7 DIFFERENTIAL PRESSURE BYPASS VALVE เป็นวาล์วสำหรับใช้กับท่อBYPASS VALVE ในระบบ CHILLED WATER VALVE ต้องสามารถควบคุมค่า DIFFERENTIAL PRESSURE ระหว่าง SUPPLY และ RETURN PIPE ได้ VALVE เป็นชนิด HYDRAULICALLY OPERATE MODULATING TYPE PILOT CONTROL ,VALVE BODY เป็นชนิด GLOBE PATTERN ตัวเรือนทำด้วย DUCTILE IRON , BRONZE TRIM สามารถทนแรงดันตาม PRESSURE RATING (CLASS 150) 250 PSI WOG. ขนาดของ PORT ภายใน VALVE จะต้องมีขนาดเท่ากับ PORT ทางเข้าและออกของตัว VALVE (FULL PORT)

9.9.2.8 วาล์วปรับอัตราการไหลของน้ำ (BALANCING VALVE) เพื่อปรับสมดุลระบบน้ำเย็น ให้ใช้แบบ Pressure Independent Control Valve เป็นวาล์วที่รวมวาล์ว Balancing Valve และ Control Valve เข้าไว้ด้วยกัน ความดันตกคร่อมวาล์วทั้งสองตัวถูกรักษาให้คงที่ตลอดเวลาด้วย Diaphragm unit โดยสามารถ REGULATE, ISOLATE, DRAIN และวัดอัตราการไหลของน้ำเย็นได้ และต้องสามารถใช้งาน (WORKING PRESSURE) ที่ความดันไม่ต่ำกว่า 150 ปอนด์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้ง Balancing Valve ที่ท่อน้ำเย็นออกจากเครื่องเป่าลมเย็นทุกชุดและตามท่อแยกเข้า Riser ทั้งหมด หรือตามที่กำหนดในแบบ เพื่อใช้ปรับอัตราการไหลของน้ำให้ ได้ปริมาณตามที่ต้องการ Balancing Valve ต้องเป็นชนิดที่มี Measuring Ports ออกแบบมา*สำหรับใช้วัดอัตราการไหลของน้ำได้ในตัว* *ในขณะเดียวกัน ต้องทำหน้าที่เป็น Shut Off Valve ได้* โดยสามารถ Lock ตำแหน่งของวาล์วที่ได้ทำการปรับตั้งไว้ได้ด้วย ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและส่งมอบ Portable Flow Meter (แบบ Digital) ชุดที่ใช้วัดและอ่านค่าอัตราการไหลของน้ำเย็น สำหรับสัญญางานนี้ให้กับเจ้าของโครงการ ด้วยจำนวน 1 ชุด หรืออาจจะมากกว่า 1 ชุด ในกรณีที่ Balancing Valve ต้องใช้ Manometerที่แตกต่างกันออกไป Portable Flow Meter จะต้องเป็นแบบที่สามารถอ่านค่า ปริมาณการไหลของน้ำได้โดยตรงโดยไม่จำเป็นต้องนำไปตรวจสอบกับ ตารางหรือกราฟอีก และ ให้ใช้ขนาดตามขนาดท่อที่แสดงไว้ในแบบ

ก. Manual Balancing Valve ขนาด ½”–2” ตัววาล์วเป็นแบบ Y-Pattern Globe Valve With Flow Measuring Port ให้มีความเที่ยงตรงในการวัด + 5% คงที่ตลอดช่วงการ ปรับตำแหน่งของพวงมาลัยวาล์ว และต้องสามารถล๊อคตำแหน่งได้ เมื่อทำการปรับเสร็จ แล้ว ต้องมี Indicator เป็นตัวเลขเพื่อบอกจำนวนรอบด้วย

Body	:	Bronze (BS 1400 :G2 or ASTM B62)
Connections	:	Screwed Ends
Disc	:	DZR Copper Alloy
Orifice Insert	:	DZR Copper Alloy
Pressure Ratings	:	PN25

ขนาด 2 ½” – 12” ตัววาล์วเป็นแบบ Y-Pattern Globe Valve With Flow Measuring Port ให้มีความเที่ยงตรงในการวัด + 5% คงที่ตลอดช่วงการปรับตำแหน่งของพวงมาลัยวาล์ว และต้องสามารถล๊อคตำแหน่งได้ เมื่อทำการปรับเสร็จแล้ว ต้องมี Indicator เป็นตัวเลขเพื่อบอกจำนวนรอบด้วย

Body	:	Ductile Iron
Connections	:	Flanged Ends
Disc Insert	:	PTFE
Orifice plate	:	Bronze
Pressure Ratings	:	PN16

ข. Automatic Balancing Valve แบบ Pressure Independent Control Valve จะต้องประกอบด้วย Valve Housing, Flow Catridge และ Pressure / Temperature Plug 1 คู่

Valve ขนาด ½” – 2”

Valve Housing	:	DZR (CW 602 N)
O – Rings	:	EPDM
Media Temp	:	- 20 °C to +120 °C
Connection	:	Screwed ends ISO 228
Pressure Class	:	PN 16

Valve ขนาด 2” – และใหญ่กว่า

Valve Housing	:	Ductile iron DIN 1693 GGG – 40
O – Rings	:	EPDM
Media Temp	:	-20 °C to +110°C
Connection	:	Wafer style flange connection
Pressure Class	:	PN 16

9.9.2.9 ข้อต่ออ่อน (FLEXIBLE PIPE CONNECTION, RUBBER ISOLATOR)

ก. ข้อต่ออ่อนสำหรับต่อด้านน้ำเข้าและน้ำออกจากเครื่องสูบน้ำ , CHILLER และ AHU ทำด้วย REINFORCED NEOPRENE RUBBER (BELLOW TYPE) สามารถทนความดันขณะใช้งาน

(W.O.G. PRESSURE RATING) ได้ไม่น้อย 10 กิโลกรัมต่อตารางเซ็นติเมตร (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ที่อุณหภูมิใช้งานไม่เกิน 77 องศาเซลเซียส (170 องศาฟาเรนไฮท์)

ข. ขนาดข้อต่ออ่อน 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ต่อแบบเกลียว ส่วนขนาดตั้งแต่ 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่าต่อแบบหน้าแปลน, CLASS 125

ค. ส่วนข้อต่ออ่อนที่ติดตั้งในที่อื่น ๆ สำหรับจุดที่อาจเกิดการเคลื่อนตัวของท่อในกรณีที่อาคารเกิดทรุดตัวไม่เท่ากัน (DIFFERENTIAL SETTLEMENT) ไม่ว่าจะแสดงในแบบหรือไม่ ให้ใช้เป็นแบบ FLEXIBLE RUBBER JOINT หรือแบบอื่น ที่สามารถให้ระยะการเคลื่อนตัวได้ไม่น้อยกว่า10 เซ็นติเมตร (AXIAL MOVEMENT) ชนิดตามที่ระบุในแบบ

ง. RUBBER ISOLATOR ทำด้วยยาง NEOPRENE ติดตั้งตามแบบ สามารถรับน้ำหนักได้ 2 เท่าของน้ำหนักอุปกรณ์

9.9.2.10 ตัวกรอง (STRAINERS)

ก. ตัวกรอง (STRAINERS) ใช้สำหรับต่อด้านน้ำเข้าเครื่องสูบน้ำ และที่อื่นตามที่แสดงไว้ในแบบ ตัว STRAINER เป็นแบบ Y-PATTERN ออกแบบมาให้ใช้งานทนแรงดัน (W.O.G. PRESSURE RATING) ได้ไม่น้อยกว่า 10 กิโลกรัมต่อตารางเซ็นติเมตร (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) แผ่นตะแกรงดักผงทำด้วย STAINLESS STEEL สามารถถอดออกล้างได้โดยไม่ถอดสเทรนเนอร์ทั้งตัวออกจากระบบท่อน้ำ

ข. ขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) ตัวเรือนทำด้วย BRONZE ต่อแบบเกลียว (THREADED ENDS) รูตะแกรงไม่โตกว่า 3 มิลลิเมตร ขนาด 3 นิ้ว ขึ้นไป เป็นแบบ FLANGE END ตัวเรือนทำด้วย CAST IRON แผ่นปิดท้ายตะแกรงต้องติดตั้งวาล์วระบายตะกอนทิ้ง ขนาดไม่เล็กกว่า 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) พร้อมทั้งมีท่อสั้นและฝาปิด (CAP) ปลายท่อทิ้งไว้ด้วย

9.9.2.11 มาตรวัดความดัน (PRESSURE GAUGE)

เป็นแบบ BOURDON TUBE, BRONZE OR STAINLESS STEEL MOVEMENT สำหรับวัดความดันน้ำทางด้านเข้า-ออกของเครื่อง และอุปกรณ์ที่แสดงไว้ในแบบ ตัวเรือนทำด้วย STAINLESS STEEL หน้าปัทม์กลม เส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) มีสเกลหน้าปัทม์อยู่ในช่วง 150% ถึง 200% ของความดันใช้งาน ในตำแหน่งที่ติดตั้งเกจ์นั้นตามปกติ ACCURACY WITH-IN 2% ของสเกลบนหน้าปัทม์ สเกลมีหน่วยอ่านค่าเป็น PSIG หรือมิลลิเมตรปรอท สำหรับวัดความดันที่ต่ำกว่าบรรยากาศ เกจ์วัดความดันแต่ละชุดจะต้องมี SHUT-OFF NEEDLE VALVE ทำด้วย BRASS และ SNUBBER, COCK VALVEนอกเหนือจากที่ติดตั้งตามแบบผู้รับจ้างต้องจัดหาและส่งมอบเกจ์วัดความดัน จำนวน 2 ชุด ให้กับเจ้าของโครงการ ในวันส่งมอบงานด้วย

9.9.2.12 THERMOMETER

เทอร์โมมิเตอร์เป็นแบบหลอดแก้วชนิด Organic Liquid Tubing Adjustable Angle สามารถมองดูได้ง่าย Window เป็นแบบ Acrylic or glass แบบใส Body ทำด้วย CAST BRASS หรือ POLYESTER หน้าปัทม์ต้องมี SCALE ยาวอย่างน้อย 9 นิ้ว อ่านอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 20 องศาฟาเรนไฮท์ ถึง 120 องศาฟาเรนไฮท์ THERMOMETER แต่ละชุดต้องมี SEPARABLE SOCKET และต้องเป็นแบบ EXTENDED NECK ในกรณีที่ท่อน้ำหุ้มฉนวน ใช้แบบ ADJUST ANGLE สำหรับท่อที่ไม่อยู่ในแนวระดับสำหรับเครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่ (AHU) ต้องติดตั้ง Thermometer Well พร้อม Thermometer ไว้ที่ท่อน้ำเข้า-ออกทุกเครื่อง นอกเหนือจากที่ติดตั้งตามแบบ ผู้รับจ้างต้องจัดหาเทอร์โมมิเตอร์อย่างน้อย 2 ชุด มอบให้เจ้าของ โครงการในวันส่งมอบงานด้วย

9.9.3 การติดตั้งท่อน้ำเย็น

ผู้รับจ้างต้องติดตั้งท่อน้ำเย็นให้ครบถ้วนและต่อเข้ากับเครื่องทุกชนิดที่ใช้งาน โดยอาศัยหลักเกณฑ์ต่อไปนี้

9.9.3.1 วาล์วน้ำให้ติดตั้งวาล์วน้ำตามตำแหน่งที่ได้แสดงไว้ในแบบ ชนิดของวาล์วน้ำให้ติดตั้งตามที่ระบุไว้ในแบบ

9.9.3.2 ที่ทางออกและทางเข้าของเครื่องสูบน้ำทุกเครื่องจะต้องมี FLEXIBLE PIPE CONNECTION เป็นแบบ REINFORCED NEOPRENE RUBBER(BELLOW TYPE DOUBLE SPHERE) ซึ่งต้องทนความดันได้ไม่ต่ำกว่า 150 PSI. CWP

9.9.3.3 จะต้องมี UNION อย่างน้อย 2 ตัว สำหรับท่อช่วงสุดท้ายที่ต่อเข้า AHU , FCU หรือ อุปกรณ์ (EQUIPMENT) ที่ใช้ท่อแบบต่อด้วยเกลียวทุกจุดเพื่อสะดวกแก่การถอดซ่อม

9.9.3.4 จะต้องมี TRAP สำหรับท่อน้ำทิ้งจากเครื่องจ่ายลมเย็นทุกเครื่อง ท่อน้ำทิ้งจะต้องเอียง (MINIMUM PITCH) ไม่ต่ำกว่า 1 ต่อ 100

9.9.3.5 จะต้องมีมาตรวัดความดัน (PRESSURE GAUGE) ที่ทางเข้าและทางออกของเครื่องสูบน้ำทุกเครื่อง และที่ท่อน้ำเข้าและออก ของเครื่องทำน้ำเย็น มาตรวัดความดันต้องวัดได้ไม่ต่ำกว่า 150% แต่ไม่เกิน 200% ของความดันขณะใช้งานปกติ

9.9.3.6 หน้าแปลนให้ใช้แบบ SLIP ON TYPE สามารถใช้งานที่ความดันไม่ต่ำกว่า ANSI CLASS 125 และให้ใช้ปะเก็นท่อน้ำแบบแผ่นยาง NEOPRENE หนา 1/8”

9.9.3.7 ทุกครั้งที่มีการตัดต่อ ต้องมีการ REAM ปลายท่อให้เรียบร้อย

9.9.3.8 สำหรับการต่อท่อที่ใช้วิธีเชื่อม ในการเชื่อมจะต้อง BEVEL ทั้งสองด้าน และ WELD METAL และ BASE METAL จะต้องละลายผสมกันโดยตลอดรอยเชื่อมและ PENETRATION ของ WELD จะต้องลงไปถึงด้านในของท่อและนูนขึ้นมาเหนือผิวของท่อปรกติจะต้องทำความสะอาด

ปลายท่อก่อนจะลง มือเชื่อม จะต้อง TACK WELD ท่อก่อนเชื่อม เพื่อกันมิให้เกิด LAPPING และ DISALIGMENT ขณะเชื่อม

9.9.3.9 จะต้องต่อท่อโดยมิให้การขยายตัวหรือหดตัวของท่อทำความเสียหายแก่ ระบบท่อหรือตัวอาคาร

9.9.3.10 การวางแนวท่อ การยึดรัดท่อกับอาคาร จะต้องอยู่ในแนวตรงเรียบร้อยและมั่นคงตามวิธีที่กำหนด ระยะห่างของจุดยึดให้เป็นไปตามที่ระบุในแบบ ท่อในแนวตั้งจะต้องยึดให้สามารถรับน้ำหนักของท่อและน้ำหนักน้ำในท่อ โดยไม่ก่อให้เกิดความเค้นกับอุปกรณ์ต่าง ๆ จุดยึดของท่อในแนวตั้งต้องมีอย่างน้อยหนึ่งจุดต่อชั้นของอาคารที่ท่อผ่านลง

9.9.3.11 ในการวางท่อคู่ขนานกันจะต้องให้มีระยะห่างระหว่างผิวท่อน้ำ หรือผิวฉนวนหุ้มท่อน้ำ ไม่ต่ำกว่า 6”

9.9.3.12 ให้ติดตั้ง DRAIN VALVE ที่ท่อน้ำส่วนที่เป็น HEADER และ RISER ให้ติดตั้ง MANUAL VENT VALVE ที่ HEADER และในตำแหน่งสูงสุดของท่อ RISER หรือท่อแนวนอนที่จะเกิด AIR LOCKED ให้ติดตั้ง AUTOMATIC AIR VENT

9.9.3.13 HANGERS, ANCHORS และ SUPPORTS :

ก. ให้ติดตั้ง HANGERS และ SUPPORTS สำหรับท่อน้ำโดยให้มีระยะห่างระหว่าง HANGERS และ SUPPORTS ไม่เกิน 3 เมตร (10 ฟุต) หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ

ข. ต้องเผื่อระยะการปรับ HANGERS และ SUPPORTS ไว้ประมาณ 2” ตามแนวดิ่ง

ค. ในบางกรณีอาจจะต้องทำโครงสร้างเหล็กสำหรับการติดตั้ง SUPPORTS , HANGERS และอื่น ๆ

9.9.3.14 การทดสอบ

ก. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเครื่องสูบน้ำ มาตรวัด อุปกรณ์ และแรงงานตลอดจนดำเนินการทดสอบ (HYDRO STATICALLY TESTED) ท่อน้ำทั้งหมดของระบบปรับอากาศ และจะต้อง DRAIN น้ำทิ้งหลังจากการทดสอบเสร็จแล้ว

ข. นอกจากจะกำหนดเป็นอย่างอื่น จะต้องทดสอบท่อน้ำที่ความดัน HYDROSTATIC เท่ากับ 150% ของ OPERATING PRESSURE แต่ท่อทุก ๆ ส่วนจะต้องผ่านการทดสอบความดันไม่ต่ำกว่า 150 SIG และจะต้องให้ท่อ ได้รับความดันอยู่ 8 ชั่วโมง ถ้ามีน้ำรั่วไหลจากระบบท่อในระหว่างนี้ จะถือว่า ระบบท่อไม่ผ่านการทดสอบ จะต้อง DRAIN น้ำและทำการแก้ไขแล้วทดสอบใหม่ ห้ามอุดรูรั่วในระหว่างการทดสอบ

ค. ห้ามหุ้ม INSULATION ปิดทับรอยต่อของท่อ ก่อนผ่านการทดสอบ

9.9.3.15 การล้างท่อ

ผู้รับจ้างต้องทำาการล้างท่อน้ำเย็น โดยไม่ให้ผ่าน CHILLER, AHU และ FCU อัตราการไหลของน้ำในการล้างท่อต้องไม่น้อยกว่าอัตราการไหลของน้ำขณะใช้งานจริง ของท่อนั้นๆ STRAINER ที่ใช้ในขณะล้างท่อ ผู้รับจ้างต้องจัดหามาต่างหากห้ามใช้ STRAINER ที่จะส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างใช้งานจริง

9.9.3.16 ภายหลังการติดตั้งระบบแล้วเสร็จ ต้องปรับแต่ง (BALANCED) ปริมาณน้ำเข้าเครื่องส่งลมเย็นให้ได้ตามต้องการ โดยส่งรายงานการปรับปริมาณน้ำให้ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ

9.9.4 ฉนวนสำหรับท่อน้ำเย็น และอุปกรณ์

9.9.4.1 ถ้าไม่ได้กำหนดในแบบ ให้หุ้มท่อน้ำเย็นด้วยฉนวนแบบ CLOSED CELL RUBBER INSULATION ความหนาตามที่กำหนดไว้ในตาราง 1 ข้างล่าง แล้วปิดทับด้วยแผ่น CLOSE CELL RUBBER หนา 1/2" ตรงรอยต่อและต้องมีแผ่นเหล็กฉาบสังกะสีเป็น ARC ไม่ต่ำกว่า USSG# 18 ยาว 6" รองระหว่าง HANGER และฉนวน (ดูรายละเอียดในตาราง 1 ข้างล่าง) และตรงที่มีการยึดอื่น ๆ (นอกเหนือจาก HANGER) ในการหุ้มฉนวนจะต้องพยายามให้มีรอยต่อน้อยที่สุด รอยต่อจะต้องใช้กาวอย่างดีทาเชื่อมต่อกันให้สนิทและมีแถบฉนวนกว้างไม่ต่ำกว่า 3" หนา 1/2" ปิดทับอีกชั้นหนึ่ง ฉนวนหุ้มท่อสำหรับท่อน้ำเย็นที่เดินอยู่บริเวณภายใน อาคารที่ไม่มีฝ้าเพดาน ยกเว้นภายในห้องเครื่องส่งลมเย็นและห้องปั๊ม จะต้องมี แผ่น PVC PLASTIC หรือ Jacket Tape หุ้มทับให้สนิทอย่างดี ฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็นภายนอกอาคารหรือบนดาดฟ้าที่ไม่มีหลังคาปิด ให้หุ้มด้วยแผ่นอลูมิเนียม รีดรอยต่อเป็นตะเข็บแบบนูน

ตาราง – 1

ขนาดท่อก่อนหุ้มฉนวน (นิ้ว)	ความหนาของฉนวน (นิ้ว)	ความยาว (นิ้ว)	(USSG#)
1/2 - 1	1 1/4	6	18
1 1/4 -3	1 1/2	6	18
4 - 8	2	6	18
10 - 24	2	6	18

9.9.4.2 ฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็น ในส่วน ของ Main Riser

ให้ใช้ท่อ Pre-Insulation Pipe สำเร็จรูปจากโรงงาน มีมาตราฐานการทนไฟ BS 476 PART 6,7 CLASS 0 และมาตราฐาน ASTM E 119 ทนไฟ 2 ชม. และ ASTM C 518 ตัวท่อฉีดหุ้มด้วยฉนวนจากโรงงานและหุ้มด้วย galvanize steel sheet หนาไม่น้อยกว่า 0.45 มม โดยความหนาของฉนวนตามที่กำหนดไว้ในตาราง 1

9.9.4.3 ฉนวนหุ้มท่อน้ำทิ้ง

ให้ใช้ CLOSE CELL RUBBER หนา 1/2" หุ้มท่อน้ำทิ้ง

9.9.4.4 ฉนวนสำหรับเครื่องสูบน้ำเย็นและวาล์วน้ำเย็น (ขนาดตั้งแต่ 4" ขึ้นไป) ฉนวนเครื่องสูบน้ำเย็น

และวาล์วน้ำเย็นและเครื่องทำน้ำเย็นจะต้องมี CLOSED CELL RUBBER หนา 2" หุ้มอย่างมิดชิด ป้องกันไม่ให้น้ำกลั่นตัวบนเครื่องและอุปกรณ์ดังกล่าวได้

9.9.4.5 การพ่นสีแสดงเครื่องหมายและทิศทางการไหล ให้ใช้สีตามมาตรฐานสากล หรือตามที่วิศวกร

กำหนด และให้มีเครื่องหมายแสดงชื่อของท่อและทิศทางการไหลอย่างชัดเจน

9.9.4.6 PIPE HANGER AND SUPPORTS

ให้มีที่ยึดแขวนท่อน้ำเย็น โดยที่จุดรองรับท่อต้องใช้ยางวงแหวนซึ่งผลิตขึ้นมาใช้เฉพาะรองรับท่อ ระยะระหว่างจุดยึดแขวนให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในตารางแนบท้ายและให้หุ้มฉนวนทับจุดรองรับ และตัวรองรับด้วยฉนวนหนา 1/2 นิ้ว

9.10 ระบบส่งลมและอุปกรณ์ (AIR DISTRIBUTION AND ACCESSORIES)

9.10.1 <u>ความต้องการทั่วไป</u>

9.10.1.1 ท่อลมโดยทั่วไปประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กชุบสังกะสี โดยมีความหนา วิธีการประกอบและการติดตั้งตามที่ระบุไว้ในแบบและรายละเอียดส่วนใดที่ไม่ได้ระบุไว้ในแบบหรือในรายละเอียดจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ SMACNA และ/หรือ ASHRAE STANDARD

9.10.1.2 ให้ตรวจสอบขนาดและแนวทางการเดินท่อลมให้สอดคล้องกับงานติดตั้งในระบบอื่น ๆ และจะต้องทำการแก้ไขเมื่อเกิดปัญหาขัดแย้ง

9.10.1.3 ข้อโค้งงอต้องเป็นแบบ FULL RADIUS และรัศมีความโค้งที่กลางท่อไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความกว้างท่อลม ถ้าไม่สามารถทำได้เนื่องจากสถานที่ติดตั้งจำกัด ให้ใช้ข้องอหักฉาก (90 องศา ELBOW) มี TURNING VANE ตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบ ข้อโค้งงอของท่อลมกลม (ROUND DUCT) อาจใช้ ROUND FLEXIBLE DUCT ขนาดเดียวกันแทนได้

9.10.1.4 ท่อลมสี่เหลี่ยมที่มีด้านใหญ่ที่สุดเกินกว่า 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) จะต้องทำ CROSS-BREAK และทุกทางแยกของท่อลม (BRANCH DUCT) จะต้องติดตั้ง SPLITTER DAMPER หรือ OPPOSED BLADE VOLUME DAMPER ณ จุดแยกท่อ

9.10.1.5 ท่อลมที่เดินทะลุผ่านผื้นหรือกำแพง ต้องมีวงกบ (DUCT SLEEVE) ทำด้วยไม้เนื้อแข็งหนาไม่

น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร (3/4นิ้ว) หน้ากว้างเท่ากับความหนาพื้นหรือกำแพงและอุดช่องว่างด้วยวัสดุทนไฟ พร้อมทั้งมีกรอบปิดทั้งสองด้าน

9.10.1.6 ท่อลมที่ไม่ได้หุ้มฉนวนและปรากฏแก่สายตา ต้องทาสีตามรายละเอียดในหมวดการทาสี ป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี

9.10.1.7 ท่อลมที่ต่อกับพัดลมเครื่องปรับอากาศแบบ AIR HANDLING UNIT ต้องใช้ข้อต่ออ่อน (FLEXIBLE DUCT CONNECTION) ทำด้วยวัสดุ POLYESTER FABRIC ข้อต่ออ่อนที่ใช้ภายนอกอาคารจะต้องเคลือบด้วย NEOPRENE ให้สามารถกันน้ำได้ ความยาวของช่วงข้อต่ออ่อนประมาณ 15 เซ็นติเมตร (6 นิ้ว) ในกรณีที่ระบุให้ใช้ท่อลมกลมอ่อน (ROUND FLEXIBLE-DUCT) สำหรับต่อเข้าหัวจ่ายลม ความยาวของท่อลมกลมอ่อนที่ใช้ต่อจะต้องมีความยาวไม่เกิน 1.5 เมตร (5 ฟุต)

9.10.1.8 รอยต่อท่อลมตามแนวขวาง (TRANSVERSE JOINT) ทั้งหมดจะต้องอุดตลอดแนวด้วยวัสดุทนไฟภายนอกและ/หรือภายในท่อลม รอยต่อท่อลมระหว่างท่อลมกลมอ่อนกับท่อลมกลมอ่อนหรือท่อลมกลมจะต้องทำการติดตั้งตามที่แสดงในแบบรายละเอียดหรือใช้อุปกรณ์ข้อต่อท่อลมผลิตขึ้นสำหรับใช้ต่อท่อลมกลมอ่อนโดยเฉพาะจากผู้ผลิตท่อลมกลมอ่อนและติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต

9.10.1.9 ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้กำหนดขนาดและตำแหน่งของช่องเปิดบนฝ้า เพื่อการตรวจซ่อมและบริการท่อลม ท่อน้ำ เครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ เสนอขออนุมัติต่อสถาปนิก ก่อนการทำฝ้าค่าใช่จ่ายในการทำช่องเปิด ให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

9.10.1.10 รู (SCREW) สลักเกลียว (BOLT) น๊อต (NUT) และหมุดย้ำ (RIVET) ที่ใช้กับงานท่อลม ต้องทำด้วยวัสดุปลอดสนิมหรือชุบด้วยสังกะสีหรือแค๊ตเมี่ยม

9.10.2 การแขวนยึดท่อลม

9.10.2.1 การแขวนท่อลมให้ใช้ขนาดของ STEEL ROD และเหล็กฉากตามในแบบที่กำหนดในแบบ การรองรับท่อลมที่เดินตามแนวนอนและมีขนาดเล็กกว่า 54 นิ้ว จะต้องห่างไม่เกินช่วงละ 8 ฟุต ส่วนท่อลมที่มีขนาดใหญ่กว่านั้นต้องรองรับทุก 4 ฟุต ท่อส่งที่เลี่ยงแยกออกมา ต้องรองรับในลักษณะที่ให้น้ำหนักท่อกระจายไปทั่วทุกส่วนอย่างสม่ำเสมอ ส่วนปลายของ STEEL ROD ให้ทำเกลียวสำหรับใส่ NUT โดยตรงห้ามนำ BOLT มาเชื่อมต่อปลาย ROD และให้ทาสีกันสนิมที่ใช้แขวนท่อลมทั้งหมดด้วย RED LEAD PRIMER 1 ชั้น และสีเทาอีก 1 ชั้น ก่อนการติดตั้ง

9.10.2.2 ขนาดของเหล็กแขวนและเหล็กฉากรองรับ จะต้องเปลี่ยนไปตามขนาดของท่อ ตามมาตรฐาน ASHRAE และยึดติดแน่นกับพื้นคอนกรีต โดยใช้ STEEL หรือ BRASS EXPANSION SHIELD ใช้ไม้อัดกว้าง 10 ซม. หนา 6 มม. รองระหว่างท่อกับเหล็กฉากรองรับ

9.10.2.3 ที่แขวนท่อ จะต้องเป็นชนิดปรับระยะได้

9.10.3 DAMPER

9.10.3.1 SPLITTER DAMPER จะต้องทำขึ้นโดยมีรายละเอียดดังแสดงในแบบ ตัวใบทำด้วยแผ่นสังกะสี ขนาดความหนาตามเบอร์เกจ์หนากว่าท่อลมช่วงนี้อีกสองเบอร์ ความยาวของตัวใบประมาณ 1.10 เท่าของท่อลมที่แยกออกมา ก้านเป็นทองเหลืองหรือเหล็กชุปสังกะสี (PUSH ROD) สำหรับปรับตำแหน่งใบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว)

9.10.3.2 VOLUME DAMPER ขนาดใหญ่เป็นแบบใบเดี่ยว (SINGLE BLADE) หรือหลายใบ

(MULTIPLE BLADE)โดยใบปรับแต่ละใบของ MULTIPLE BLADE จะต้องมีความกว้างไม่เกิน 100 มิลลิมตร (4 นิ้ว) ความยาวใบเต็มความกว้างของท่อลมแต่ไม่เกิน 1,000 มิลลิเมตร (40 นิ้ว) ส่วนใบปรับใบเดี่ยวกว้างได้ถึง 350 มิลลิเมตร (14 นิ้ว) ลักษณะใบเป็นแบบ BALANCE TYPE ตัวใบประกอบขึ้นจากแผ่นสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ขอบใบพับรอย (HEMMED) เป็นแบบ INTERLOCKING EDGE แกนปรับใบ (DAMPER ROD) จะต้องมีปลายด้านหนึ่งเป็นหัวจัตุรัสยึดทะลุตัวถังสอดผ่าน BEARING PLATE เป็นชนิดที่ LEVER TYPE LOCKING DEVICE แกนใบจะต้องมี NYLON BUSHING หรือ BRONZE BEARING SLEEVE รองรับ DAMPER ชนิดที่มีหลายใบ จะต้องจัดใบเป็นแบบ OPPOSED BLADE ชนิด GANG OPERATED

9.10.3.3 DRAFT DAMPER (GRAVITY DAMPER) เป็นแบบ MULTI - BLADE GANG OPERATION ทำด้วย GALVANIZE หรือ ALUMINUM ตัวโครงหนา 2.3 mm. ใบ DAMPER หนา 1.2 mm. ปลายขอบใบต้องมี SEAL ยึดติดกับปลายขอบใบ DAMPER ด้วยวิธีกล (MECHANICALLY LOCKED) BEARING เป็น SLEEVE BEARING ทำด้วยสารสังเคราะห์

9.10.3.4 PRESSURE RELIEF DAMPER เป็นแบบ COUNTERBALANCED ตัวโครงทำด้วย GALVANIZED STEEL CHANNEL หนา 3 mm. ใบ DAMPER ทำด้วย EXTRUDED ALUMINUM หนา 2.3 mm. BEARING เป็นแบบ SLEEVE BEARING ใบ DAMPER ยึดติดกันด้วย LINKAGE ทำด้วย STEEL BAR หนา 5 mm. กว้าง 19 mm. DAMPER สามารถทนอุณหภูมิได้ถึง 120 องศาเซลเซียส ชุด COUNTER WEIGHT สามารถปรับตั้งการทำงานได้ตั้งแต่ 0.5 inwg ถึง 2.5 inwg

9.10.3.5 FIRE DAMPER ให้ติดตั้งในท่อลมที่ทะลุผ่านพื้น สามารถทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมงเป็นแบบ MULTI BLADE ทำด้วย GALVANIZED STEEL ชุด FUSIBLE LINK ทำงานที่อุณหภูมิ 165 องศาฟาเรนไฮท์

9.10.4 วัสดุท่อลม

9.10.4.1 ท่อลมไม่ว่าจะเป็นท่อกลมหรือท่อลมรูปเหลี่ยม ประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กเรียบอาบ สังกะสี ปริมาณสังกะสีที่อาบไม่น้อยกว่า 300 กรัมต่อตารางเมตร (0.06 ปอนด์ตาราง ฟุต) รอยตัดรอยพับที่ทำให้สังกะสีอาบไว้แตกหลุดจะต้องทาทับด้วย ZINC CROMATE สีทาภายนอก

9.10.4.2 ความหนาของแผ่นสังกะสีที่ระบุใช้ตามขนาดเบอร์เกจ์ (GAUGE NUMBER) จะหมายถึง U.S.STANDARD GAUGE (USG) ผู้รับจ้างสามารถเลือกใช้แผ่นสังกะสีตามมาตรฐานอื่นได้แต่จะต้องเปรียบเทียบให้ได้ความหนาไม่ต่ำกว่าเบอร์ USG เกจ์ที่ระบุให้ใช้

LARGEST DIMENSION	USG. GAUGE
12” AND LESS	NO. 26 (0.47 MM.)
13” TO 30”	NO. 24 (0.63 MM.)
31” TO 54”	NO. 22 (0.79 MM)
55” TO 84”	NO. 20 (0.95 MM)
85” AND ABOVE	NO. 18 (1.27 MM.

9.10.4.3 ท่อลมแบบกลมชนิด FLIXIBLE DUCT จะต้องทำด้วยวัสดุอลูมิเนียมฟอยล์ 2 หน้า ประกบหนา 70 ไมครอน ยึดโดยวิธีทางกลแบบ TRIPLE LOCK SEAM ประกอบสำเร็จรูป พร้อมหุ้มฉนวน FIBREGLASS WITH VAPOUR BARRIER หนาอย่างน้อย 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) ความหนาแน่น 16 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (1 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต) จากโรงงาน ท่อลมกลมต้องสามารถทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 5 KPA (20” WG) และทนความร้อนได้ถึง 120 องศาเซลเซียส

9.10.5 หน้ากากลม

9.10.5.1 หน้ากากลมที่ติดตั้งภายในอาคารทุกตัว ต้องมีฟองน้ำหรือยางรองรอบด้านหลังปีก เพื่อป้องกันลมรั่วการติดตั้งต้องแนบสนิทกับผนังหรือฝ้าเพดาน

9.10.5.2 หากไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น หน้ากากลมต้องมีสีแบบ NATURAL ANODIZED ส่วน หน้ากาก ที่ติดตั้งภายนอกอาคาร ให้ทาสีขาวหรือสีอื่นที่ผู้คุมงานกำหนดในภายหลัง

9.10.5.3 หัวจ่ายลมแบบ CEILING DIFFUSER ไม่ว่าจะเป็นแบบกลมหรือแบบจ่ายลมได้ตั้งแต่ 1 ถึง 4 ทิศทาง ตามที่ระบุในแบบ ทำด้วย EXTRUDED ALUMINUM, REMOVABLE CORES ติดตั้งแนบฝ้าเพดานแบบ FLUSH MOUNT หรือถ้าขอบหน้ากากเป็นแบบยกขอบสูง ให้ติดตั้งเป็น SURFACE MOUNT มี OPPOSED BLADE VOLUME DAMPER ทุกหัวจ่ายและมีก้านปรับปริมาณ สามารถปรับแต่งได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก

9.10.5.4 หน้ากากลมแบบ SUPPLY AIR GRILLE ทำด้วย EXTRUDED ALUMINUM มีใบปรับทิศทางการจ่ายลมได้ทั้งในแนวตั้งและแนวนอน (DOUBLE DEFLECTION) โดยใบปรับวางซ้อนกัน และสามารถปรับทิศทางของแต่ละใบได้โดยอิสระ ใบปรับด้านหน้าติดตั้งในแนวตั้ง ส่วนด้านหลังติดในแนวนอน

9.10.5.5 หน้ากากลมแบบ SUPPLY AIR REGISTER ลักษณะเหมือนกับ SUPPLY AIR GRILLE พร้อมทั้งมี OPPOSED BLADE VOLUME DAMPER ติดตั้งด้านหลังหน้ากาก สามารถปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก

9.10.5.6 หัวจ่ายลมแบบ (LINEAR SLOT DIFFUSER ทำด้วย EXTRUDED ALUMINUM มีช่องจ่ายลมช่องเดียวหรือหลายช่องตามที่ระบุในแบบ ช่องจ่ายลมแต่ละช่องขนาดไม่เกิน 20 มิลลิเมตรมิลลิเมตร (3/4 นิ้ว)

9.10.5.7 หน้ากากลมกลับ (RETURN AIR GRILLE) ทำด้วย EXTRUDED ALUMINUM มีใบยึดติดแน่นกับหน้ากากในแนวนอน ทำมุมประมาณ 45 องศา ในกรณีที่ติดตั้งหน้ากากลมกลับอยู่บริเวณด้านล่างของเครื่องส่งลมเย็น หน้ากากลมกลับต้องเป็นชนิดที่สามารถถอดแยกได้ 2 ชิ้น คือตัวขอบเฟรมและ ตัว GRILLE ซึ่งสามารถถอดเฉพาะตัว GRILLE ลงมาได้เพื่อเป็นช่อง SERVICE

9.10.5.8 หน้ากากลมบริสุทธิ์ (FRESH AIR GRILLE) ลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับ พร้อมทั้งมี OPPOSED BLADE VOLUME DAMPER ตาข่ายกันแมลงติดตั้งด้านหลัง หน้ากากสามารถปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก

9.10.5.9 หน้ากากลมระบายอากาศ (EXHAUST AIR GRILLE) ลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับต้องมี OPPOSED BLADE VOLUME DAMPER ด้วย

9.10.6 ฉนวนหุ้มท่อลม (DUCT INSULATION)

9.10.6.1 ท่อส่งลมเย็นทั้งหมด ถ้าไม่ได้กำหนดไว้ในแบบ จะต้องหุ้มด้วยฉนวนใยแก้ว ท่อลมกลับที่เดินอยู่ในช่องลมกลับ (RETURN AIR CHAMBER) ซึ่งอยู่เหนือฝ้าหรือในห้องเครื่องไม่ต้องหุ้มฉนวน ส่วนท่อลมกลับที่เดินเหนือฝ้าเพดานและในห้องเครื่องที่ไม่ได้ใช้เป็น RETURN AIR CHAMBER จะต้องหุ้มฉนวนเหมือนท่อส่งลมเย็นท่อลมสำหรับอากาศบริสุทธิ์ก่อนเข้าคอยล์เย็นและท่อลมสำหรับระบายอากาศทั่ว ไป ไม่ต้องหุ้มฉนวน แต่ท่อลมสำหรับระบายอากาศที่ดูดลมจากห้องปรับอากาศ หรือห้องที่ต่อเนื่องจากห้องปรับอากาศต้องหุ้มฉนวนเหมือนท่อส่งลมเย็น

9.10.6.2 ฉนวนใยแก้วจะต้องใช้ฉนวนใยแก้วแบบมี ALUMINIUM FOIL ชนิดไม่ติดไฟปะหลัง ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 24 กิโลกรัม ต่อลูกบาศก์เมตร (1.5 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต) ความหนา 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)

9.10.6.3 ก่อนที่จะหุ้มฉนวนเข้ากับท่อลม จะต้องทาพื้นผิวภายนอกท่อลมทั้งหมด ยกเว้นท่อ FLEXIBLE DUCT ด้วย กาวชนิดไม่ติดไฟ (NON-FLAMMABLE ADHESIVE) ให้ทั่วเสียก่อน ตรงรอยต่อของฉนวนจะต้องคาดทับด้วยเทปอลูมิเนียมชนิดกาวในตัว ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) รอบฉนวนใยแก้วตลอดรอยต่อทั้งหมด ฉนวนใยแก้วใต้ท่อลมให้ยึดด้วย MECHANICAL FASTENER แบบ SPINDLE PIN LOCK WASHER ตามระยะที่กำหนดให้ในแบบ เพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนใต้ท่อลมตกแอ่นลง ส่วนถลอกฉีกขาดของ ALUMINIUM FOIL จะต้องปิดซ่อมด้วย ACRYLIC ALUMINIUM TAPE ตรงรอยต่อของฉนวนต้องให้ฉนวนซ่อนทับกัน 2 1/2 นิ้ว

9.10.6.4 ฉนวนหุ้มท่อลมดูดควันจากช่องเปิดระหว่างชั้น ให้ใช้ ROCK WOOL INSULATION หนา 2 นิ้ว ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 60 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หุ้มทับด้วย ALUMINIUM JACKET เบอร์ 24

9.10.6.5 กล่องลมกลับ (RETURN AIR CHAMBER) โดยทั่วไปประกอบขึ้นจากท่อลมอลูมิเนียมกึ่งสำเร็จรูป (Pre-Insulated Duct) โดยมีวัสดุที่ทำฉนวนต้องเป็นชนิดโพลีไอโซไซยานูเรต ชนิดที่ไม่เป็นเทอร์โมพลาสติก หรือเกิดการหลอมเหลวเป็นหยดไฟเมื่อถูกความร้อน และไฟสามารถดับได้เองเมื่อติดไฟ โดยไม่เกิดการลุกลาม มีความหนาของฉนวนไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร และความหนาของแผ่นอลูมิเนียมด้านนอกที่ปิดทับฉนวนมีขนาด ความหนาไม่น้อยกว่า 60 ไมครอน

9.10.6.6 ท่อส่งลมเย็นสำเร็จรูป(Pre Insulated Duct)

ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งท่อส่งลมเย็นให้เป็นไปตามแบบที่กำหนด และได้มาตรฐานการติดตั้งของเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือผู้ผลิต โดยมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. ท่อลมระบบปรับอากาศที่ใช้เป็นแบบท่ออลูมิเนียมแบบกึ่งสำเร็จรูป (Pre Insulated Duct : PID) มีลักษณะเป็นแผ่นฉนวนตรงกลาง ประกบด้วยแผ่นอลูมีเนียมด้านบนและด้าน ล่าง โดยมีความหนารวมของแผ่นวัสดุไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร

2. วัสดุฉนวนที่ใช้ต้องไม่มีสารประกอบ CFC และใยแก้ว โดยฉนวนผลิตมาจาก โพลีไอโซไซยานูเรตโฟม ชนิดที่ไม่เป็นเทอร์โมพลาสติก หรือเกิดการหลอมเหลวเป็นหยดไฟเมื่อถูกความร้อน และไฟสามารถดับได้เองเมื่อติดไฟ โดยไม่เกิดการลุกลาม และความหนาของอลูมิเนียมด้านนอกที่ปิดทับฉนวนมีขนาดความหนาไม่น้อยกว่า 60 ไมครอน

3. วัสดุที่ใช้จะต้องค่าการนำความร้อนไม่เกินกว่า 0.022 watt/m K

4. วัสดุที่ใช้ทำฉนวนท่อลมต้องมีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 45 kg/m3

5. เป็นวัสดุมาตรฐานยุโรป อเมริกา

ผ่านมาตรฐานการติดไฟการลามไฟ **:**

British Standard BS 476 Part 6 มาตรฐานการแพร่ลุกลามไฟ

British Standard BS 476 Part 7 มาตรฐานการเกิดเปลวไฟ

"Rating Class O."

6. มีมาตรฐานความปลอดภัยเมื่อเกิดเพลิงไหม้ **:** Toxic Test NES713 โดยแสดงค่าดัชนีการเกิด Toxic เมื่อเกิดเพลิงไหม้

9.10.7 ฉนวนบุภายในท่อลม (DUCT LINER)

9.10.7.1 ท่อส่งลมเย็นและลมกลับที่ติดตั้งผ่านห้องหรือโถงที่ไม่มีฝ้า และ/หรือ ใต้ฝ้าตามที่ระบุไว้ในแบบ ให้บุด้วยฉนวนไว้ภายในพื้นที่หน้าตัดของท่อส่วนที่บุฉนวนภายใน ต้องไม่เล็กกว่าพื้นที่หน้าตัดของท่อลมส่วนที่หุ้มฉนวนภายนอกที่มีขนาดท่อลมเท่ากัน

9.10.7.2 ฉนวนทำด้วย CLOSED CELL RUBBER ความหนาไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) หรือตามที่ระบุในแบบ

9.10.7.3 ฉนวนต้องยึดแน่นติดท่อลมด้วยกาวชนิดไม่ติดไฟ ตามคำแนะนำของผู้ผลิต

9.10.8 แผงกรองอากาศ และ Differential Pressure Gauge

ชนิดของแผงกรองอากาศต้องติดตั้งไว้สำหรับระบบปรับอากาศของห้องตามที่แสดง โดยการติดตั้งให้ สามารถถอดและเปลี่ยนแผงกรองอากาศได้สะดวก

9.10.8.1 PRE FILTER

เป็นชนิด Extended Surface Pleated Panel แบบใช้แล้วทิ้ง ตัวเนื้องกรองทำมาจาก Non-Woven Cotton หรือ Synthetic Fiber กรอบทำมาจาก Moisture resistance cardboard frame และเสริมความแข็งแรงด้านลมออกด้วย Expanded Metal ประสิทธิภาพ MERV8 (30-35% Dust Spot Efficiency ตาม ASHRAE Standard 52.2-2007) หรือ G4 ตามมาตรฐาน EN779:2002 Initial Pressure ไม่เกิน 0.3 นิ้วน้ำที่ความเร็วลม 500 ฟุตต่อนาที

9.10.8.2 MEDIUM FILTER

เป็นชนิด Extended Surface Pocket Filter ตัวเนื้อกรองทำมาจาก Synthetic รอยต่อระหว่างเนื้อกรองใช้วิธี Ultrasonically Sealed Pocket (Leak-Free Pockets Design) กรอบทำมาจาก Plastic MERV 14, 16 (80-90%, >95% ตามมาตรฐาน ASHRAE Standard 52.2-2007) หรือ F7, F9 ตามมาตรฐาน EN779:2002 Initial Pressure ไม่เกิน 0.5 นิ้วน้ำ

9.10.8.3 HEPA FILTER ชนิดหัวจ่าย

เป็นชนิด Disposable Ceiling Filter Modules ตัวเนื้อกรองทำมาจาก glass fiber paper กรอบทำมาจาก Extruded Aluminum ด้านบนทำมาจาก ALUMINIUM ปั๊มขึ้นรูปเป็น Collar สำหรับใส่ท่อลวง ประกอบขึ้นเป็น Modules โดยปราศจากการใช้ Rivet, Screw หรือ Clip อันอาจทำให้เกิดเศษโลหะขณะเจาะและทำอันตรายต่อ เนื้อกรอง เนื้อกรองเป็นชนิด Pleated โดยมี Hot meltเป็นตัวคั่นระหว่าง Pleated Gasket เป็นแบบ Continuous poured gasket และจะต้องผ่านการทดสอบการรั่วจากโรงงานผู้ผลิตทุกตัว (Laser Spectrometer with PSL Particles for leak) ประสิทธิภาพของ Filter ต้องไม่น้อยกว่า 99.99 @ 0.3 Micron หรือ H13 ตามมาตรฐาน EN 1822 และ Initial Pressure ไม่เกิน 0.44 นิ้วน้ำ ที่ความเร็วผ่าน Filter ไม่เกิน 90 ฟุต/นาที

9.10.8.4 HEPA FILTER แบบติดในท่อลม

เป็นชนิด High Capacity Extended Rigid Pockets ตัวเนื้อกรองทำมาจาก glass fiber paper with hot melt separator ตัวกรอบทำมาจาก Plastic ขึ้นรูปหล่อเป็นชิ้นเดียวกัน ประสิทธิภาพของ Filter ต้องไม่น้อยกว่า 99.99 @ 0.3 Micron หรือ H13 ตามมาตรฐาน EN 1822 และ Initial Pressure ไม่เกิน 1 นิ้วน้ำ ที่ความเร็วผ่าน Filter ไม่เกิน 500 ฟุต/นาที

9.10.8.5 DIFFERENTIAL PRESSURE GAUGE

Differential Pressure Gauge เป็นแบบไดอะแฟรม ใช้วัดความดัน Differential และความดันต่ำ ได้ดีโดยมี scale ระหว่าง – 30 ปาสคาล ถึง + 30 ปาสคาลที่ Accuracy 2% ของ Full Scale มีชุดปรับตั้งเข็มชี้ที่ zero เมื่อ Tap ด้าน High pressure และ Low Pressure อยู่ในบรรยากาศเดียวกัน

Housing ทำด้วย Die cast aluminium หน้าปิทม์ขนาด 4” ทำด้วย Acrylic

Housing ยึดติดกับผนังได้ และถอดย้ายตำแหน่งได้ง่าย และต้องมีอุปกรณ์ประกอบในการต่อเข้ากับ Rubber Tube ได้โดยง่าย การติดตั้ง ต้องติดตั้งให้ได้แนวดิ่ง

9.10.9 ชุดแผงกรองอากาศ

9.10.9.1 RETURN AIR FILTER และ INTAKE AIR FILTER

ทำด้วย NON – WOVEN DRY POLYESTER FIBER สีขาว ด้านลมออกจาก FILTER จะละเอียดและ มีความหนาแน่น มากกว่าด้านลมเข้า หนา 13 mm. น้ำหนักไม่น้อยกว่า 140 g/m2 แรงดันตกคร่อม ขณะที่แผ่น FILTER ยังไม่ผ่านการใช้งาน ไม่เกิน 0.10 In.Wg ที่ความเร็วลม 300 FPM. ติดตั้งบนกรอบ ALUMINIUM ตามมาตรฐาน มีตัวล็อคแผ่น FILTER เข้ากับกรอบแบบถอดเปลี่ยน FILTER ได้

9.10.9.2 GAS FILTER เป็นตู้ที่ถอดใส่ด้านข้าง (Side Access Housing) ทำด้วยแผ่น Galvanized steel หนาไม่น้อยกว่าเบอร์ 16 Filter Track ทำด้วย Extruded Aluminium มีปะเก็นกันรั่ว ทำด้วย Polypropylene มีประตูเปิดปิดเพื่อใส่ Filter ได้ 2 ข้าง ปิดไว้แน่นหนาด้วย Adjustable Latch & Easy Grip Knor

แผ่น Pre Filter 25-30% EFF. ASHRAE TEST เป็นแบบ Extended Surface Pleated Type Media ทำด้วย Cotton Synthetic Blend มีกรอบหนา 2 นิ้ว ทำด้วยวัสดุทนความชื้น

ถาดบรรจุตัวกรองกลิ่นขนาด 24”x24”x1” ทำด้วย High Strength Plastic เป็นแบบ Refillable ตัวกรองใหม่ได้ ความดันตกคร่อมชุดถาดไม่เกิน 0.45” WG. ที่ความเร็วไม่เกิน 500 FPM

Media เป็นส่วนผสม 50%+50% โดยปริมาตรของ Activated Cabon และ Potassium Permanganate โดยมีพื้นผิวไม่น้อยกว่า 1,350 ตารางหลา/ออนซ์ Housing ต้องมีหน้าแปลนสำหรับต่อเข้ากับท่อลมทั้งขาเข้าและขาออกประกอบสำเร็จรูปตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต

9.10.10 GREASE FILTER

- เป็นชนิด STAINLESS BAFFLE TYPE
- RATE VELOCITY 150 – 300 FPM.
- INITIAL RESISTANCE 0.2 – 0.56 IN.WG.
- EFF. 94% AT 300 FPM.
- ให้ติดตั้งเต็มพื้นที่หน้าตัด HOOD โดยแบ่งเป็นหลายๆ ชิ้น ขนาดเท่าๆกัน เพื่อง่ายต่อการถอดทำความสะอาด

9.10.11 ULTRAVIOLET DISINFECTION EQUIPMENT (COIL IRRADIATION for AHU)

UV Equipment ชนิดติดตั้งที่ evaporator coil for AHU (Coil Irradiation) เพื่อฆ่าเชื้อโรคในอากาศที่หมุนเวียนผ่าน evaporator coil และป้องกันการเกิดเชื้อราที่ evaporator coil

UV COIL IRRADIATION EQUIPMENT ประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก 3 ส่วน ดังนี้

9.10.11.1 ส่วนแรก โครงสร้าง Adjustable Sliding Rack ผลิตจากวัสดุ Aluminum ทำหน้าที่ จับยึดหลอดUV และชุด Power Supply โครงสร้างถูกออกแบบให้สามารถปรับระยะความกว้างของrack ให้เหมาะสมกับความกว้างของ coil แต่ละขนาด

9.10.11.2 ส่วนที่สอง หลอด UV-C LAMP

9.10.11.2.1 หลอด UV จะต้องเป็นชนิดที่มีปลอกแก้ว Quartz สวมทับเพื่อควบคุมอุณหภูมิหลอดให้อยู่ในสภาวะที่มีประสิทธิภาพคงที่ในกรณีที่ใช้กับระบบ HVAC ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำ

หลอด UV จะต้องเป็นชนิดที่ติดตั้งแบบ PLUGGED เข้ากับขั้วหลอดโดยตรง และจะต้องไม่มีสายไฟหรือข้อต่อไฟฟ้าอยู่ในบริเวณที่มีลำแสง UV-C

9.10.11.2.2 หลอด UV-C จะต้องผลิตลำแสงที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 250-260nm

9.10.11.2.3 หลอด UV-C จะต้องผลิต UV-C Dose ได้ไม่น้อยกว่า 300μw-s/cm^2

9.10.11.2.4 หลอด UV-C จะต้องมีสารปรอทไม่เกิน 5 มก. ต่อหลอด

9.10.11.3 ส่วนที่สาม Power Supply

9.10.11.3.1 Power Supply สำหรับ UV Lamp เป็นแบบ Electronic โดย มีคุณสมบัติ คือ Auto Line Voltage Sensing Power Supplyจะต้องสามารถรองรับระบบไฟฟ้าได้ 120- 277 VAC. 50/60Hz ได้โดยอัตโนมัติ โดยไม่ต้องมีอุปกรณ์ Step Down Transformer หรือ Switch Ultra Stable Current Power Supply จะต้องสามารถปรับและชดเชยในกรณีที่เกิดความแปรปรวนของกระแสไฟฟ้าได้โดยอัตโนมัติ เพื่อให้ UV Lamp สามารถคงประสิทธิภาพสูงสุดตลอดเวลา

9.10.11.3.2 Power Supply สามารถเชื่อมต่อส่งสัญญาณผ่าน Dry contact เพื่อแสดงสถานะของหลอด UV

9.10.11.3.3 Electronic Power Supply จะต้องมีประสิทธิภาพ (Power Factor) สูงกว่า 96%

9.8.11.3.4 Power Supply ต้องได้รับการับรองมาตราฐาน UL/LISTED และCSA NLTL/C LISTED

9.10.12 ULTRAVIOLET DISINFECTION EQUIPMENT (COIL IRRADIATION for FCU และ DUCT)

UV Equipment ชนิดติดตั้งที่ evaporator coil for Fan coil Unit (Coil Irradiation) เพื่อฆ่าเชื้อโรคในอากาศที่หมุนเวียนผ่าน EVAPORATOR COIL และป้องกันการเกิดเชื้อราที่ evaporator coil

UV COIL IRRADIATION EQUIPMENT ประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก 2 ส่วน ดังนี้

9.10.12.1 ส่วนแรก หลอด UV-C Lamp

9.10.12.1.1 หลอด UV-C จะต้องผลิตลำแสงที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 250-260 nm

9.10.12.1.2 หลอด UV-C เป็นหลอดเดี่ยวความยาวไม่น้อยกว่า 12 -17 นิ้ว

9.10.12.1.3 หลอด UV จะต้องเป็นชนิดที่มีปลอกแก้ว Quartz สวมทับเพื่อควบคุมอุณหภูมิหลอด UV ให้อยู่ในสภาวะ ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดคงที่ ในกรณีที่ใช้กับระบบHVAC ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำ

9.10.12.1.4 หลอด UV-C จะต้องมีสารปรอทไม่เกิน 5 มก. ต่อหลอด

9.10.12.2 ส่วนที่สอง Power Supply and Housing

9.10.12.2.1 ตัวเรือนของชุด Power Supply เป็นชนิด Heavy Duty สามารถติดตั้งกับท่อลมหรือเครื่อง FCU ได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์พิเศษ

9.10.12.2.2 ตัวเรือนจะต้องออกแบบให้มีสาย Remote Cable ยาวไม่น้อยกว่า 6 ฟุต เพื่อเชื่อมต่อกับหลอด UV-C

9.10.12.2.3 Power Supply เป็นแบบ High Efficiency Lamp Power with Microprocessor มีไฟเตือนสถานะ การทำงานของหลอด UV ตลอดเวลา

9.10.12.2.4 ชุด Power Supply จะต้องมีไฟเตือนสถานะการทำงานหลอด UV-C โดยจะแสดงสถานะดังนี้

- แสดงแสงสีเขียวในขณะหลอดทำงานปกติ
- แสดงแสงสีแดงเมื่อถึงเวลาเปลี่ยนหลอด

9.8.12.2.5 Power supply ต้องได้รับการับรองมาตราฐาน UL/LISTED และCSA NLTL/C LISTED

9.10.13 การทดสอบและปรับปริมาณลม

9.10.13.1 ภายหลังการติดตั้งระบบปรับอากาศและระบายอากาศเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก่อนการส่งมอบงานต้องได้รับการทดสอบและปรับแต่งปริมาณลมให้ได้ตามต้องการ ปริมาณลมที่หน้ากากจ่ายลมต้องปรับแต่ง ให้อยู่ในช่วง 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณลมที่ระบุไว้ในแบบ

9.10.13.2 การปรับปริมาณลมที่ออกจากเครื่องปรับอากาศ ให้ใช้วิธีปรับรอบพัดลม ปริมาณลมในท่อยก ให้แยกปรับที่ VOLUME DAMPER หรือ SPLITTER DAMPER หลังจากปรับแต่ง DAMPER แล้ว ต้องทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่แน่นอนทุก ๆ แห่ง

9.10.14 การทำความสะอาดท่อลม

9.10.14.1 ในระหว่างการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องระวังป้องกันไม่ให้มีเศษฉนวน เศษไม้และขยะต่าง ๆ ตกค้าง อยู่ในระบบท่อลม

9.10.14.2 ก่อนที่จะมีการติดตั้งฝ้าเพดาน ผู้รับจ้างจะต้องใช้พัดลมขนาดเล็ก (PORTABLE FAN) หรือพัดลมของเครื่องปรับอากาศเป่าลมทำความสะอาดภายในท่อลมและใช้เครื่องดูดฝุ่นหรืออุปกรณ์ที่สามารถขับเศษฝุ่นผงออกจากท่อลมให้หมด

9.10.14.3 ในกรณีที่ใช้พัดลมของเครื่องปรับอากาศจะต้องติดตั้งแผงกรองอากาศเข้าไว้ด้วย หลังจากการทำความสะอาดระบบท่อลม ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งแผงกรองอากาศชุดใหม่ให้กับเจ้าของโครงการ

หมวดที่ 10 พัดลมระบายอากาศ (VENTILATION AND EXHAUST FANS)

10.1 ความต้องการทั่วไป

10.1.1 พัดลมระบายอากาศต้องเป็นรุ่นมาตรฐาน (STANDARD MODEL) ของผู้ผลิตที่ออกแบบมาสำหรับใช้กับระบบไฟฟ้า 50 เฮิร์ท และมีความสามารถในการ ระบายอากาศได้ไม่น้อยกว่าที่ระบุใน SCHEDULE

10.1.2 GRAVITY SHUTTER ต้องเป็นแบบที่ทนทานต่อการใช้งานภายนอกอาคาร ได้เป็นอย่างดี (WEATHER PROOF) ใบปิด-เปิด ทำด้วยอลูมิเนียมหลายใบ เรียงซ้อนกันประกอบอยู่ในโครงเหล็กแข็งแรง ปลายใบในส่วนที่ปิดซ้อนกันต้องแบนสนิท สามารถป้องกันลมและฝนภายนอกไม่ให้ผ่านเข้าในอาคารได้

10.1.3 โดยทั่วไปความดังของเสียงจะต้องไม่เกิน 65 dBA (RE 10-12 WATTS) ที่ OCTAVE BAND 2-8 ระยะ 3 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลาง และสำหรับพัดลมที่ติดตั้งในลักษณะ FREEBLOW จะต้องดังไม่เกิน 50 dBA (RE 10-152-WATTS) ที่ OCTAVE BAND 2-8 ถ้าหากเสียงดังเกินกว่านี้จะต้องติดตั้งอุปกรณ์เก็บเสียง ที่เหมาะสม เพื่อลดระดับเสียงให้อยู่ในระดับที่เทียบเท่ากันนี้

10.1.4 ถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น มอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนพัดลมผ่านสายพานขับเคลื่อนเป็นแบบ TEFC, SQUIRREL CAGE, INDUCTION MOTOR ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 โวลท์ 3 เฟส 50 เฮิร์ท หรือ 220 โวลท์ 1 เฟส 50 เฮิร์ท มาตรฐาน IEC, SYNCHRONOUS SPEED 1,450 RPM, INSULATION CLASS B, ROTOR TORQUE CLASS 1.3 สำหรับมอเตอร์เล็กกว่า 0.05 KW (3/4HP) และ ROTOR TORQUE CLASS 1.6 สำหรับมอเตอร์ที่โตกว่าและเท่ากับ 0.05 KW (3/4 HP), CLASS OF PROTECTION ไม่ต่ำกว่า IP 54 ชนิดของฉนวนเป็น CLASS B MOUNTING ARRANGEMENTจะต้องเหมาะสมกับลักษณะการติดตั้งพัดลมขนาดของมอเตอร์ (NAMEPLATE KW RATING) สำหรับพัดลมที่มีใบพัดลม FORWARD CURVE ขนาดของมอเตอร์ จะต้องมากกว่ากำลังที่ต้องการขับพัดลมสูงสุดที่เลือกใช้งาน ตามที่ระบุไว้ ไม่น้อยกว่า 30%

10.2 พัดลม แบบ CENTRIFUGAL

10.2.1 ตัวถัง (CASING) ทำด้วยเหล็กกล้า ความหนาไม่ต่ำกว่า 2 มิลลิเมตร FAN SCROLL และ SIDE PLATE ยึดต่อกันแบบ LOCK SEAM หรือ WELD SEAM อย่างต่อเนื่องตลอดแนวตะเข็บ ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิท และพ่นสีภายนอก มาตรฐานโรงงานผู้ผลิต

10.2.2 ใบพัด (FAN WHEEL) เป็นแบบ MULTI-BLADES, FORWARD CURVE ตามที่ระบุในแบบ ทำด้วยเหล็กกล้าหรืออลูมิเนียม ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมตามมาตรฐานโรงงาน ผู้ผลิตชุดใบพัดมีการเสริมความแข็งแรงไม่บิดเสียรูป เนื่องจากการเร่งความเร็ว (ACCELERATION) และ แรงดันอากาศ ใบพัดต้องได้รับการปรับสมดุลย์ทั้งในขณะหยุดนิ่งและขณะหมุน (STATICALLY AND DYNAMICALLY BALANCED) มาจากโรงงานผู้ผลิต

10.2.3 เพลาพัดลมทำด้วยเหล็กกล้า สามารถทนต่อการใช้งานได้ดีที่ความเร็วรอบต่างๆ จนถึง 2 เท่าของความเร็วรอบที่เลือกใช้งาน

10.2.4 ตลับลูกปืน (BEARING) เป็นชนิด BALL BEARING หรือ ROLLER BEARING แบบ SELF ALIGNMENT มีอายุการใช้งานเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 100,000 ชั่วโมง (AVERAGE- BEARING LIFT) การอัดจาระบีสามารถทำได้โดยง่าย ตลับลูกปืนที่อยู่ภายใน ตัวพัดลม หรือมีท่อลมปิดมิดชิด ต้องต่อท่ออัดจาระบี (GREASE FITTING) ออกมายังจุดที่สามารถเข้าถึงได้สะดวก ตำแหน่งตลับลูกปืนของพัดลมที่ใช้ดูดควันหรือไอน้ำจากห้องครัว จะต้องอยู่ด้านตรงข้ามปากทางดูดอากาศเข้า

10.2.5 ความเร็วลมที่ออกจากปากพัดลม (FAN OUTLET) ต้องไม่เกิน 10 เมตรต่อวินาที (2,000 ฟุตต่อนาที)

10.2.6 ตัวถังพัดลมต้องมีรูระบายน้ำที่อาจขังอยู่ภายในและมีปลั๊กอุดไว้

10.2.7 ถ้าไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น พัดลมจะถูกขับโดยผ่านชุดสายพานและมู่เลย์ชนิดปรับรอบความเร็วสายพานได้ มีฝาครอบสายพาน (BELT GUARD) ชนิดที่สามารถวัดความเร็วรอบพัดลมได้โดยไม่ต้องถอดออก มอเตอร์และฝาครอบสายพาน จะต้องติดตั้งอยู่บนโครงการยึดชิ้นเดียวกับฐานพัดลม

10.2.8 พัดลมขนาดเล็กที่สามารถส่งลมได้ไม่เกิน 800 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที ให้เลือกชุดขับเคลื่อนพัดลมเป็นแบบ DIRECT-DRIVE ตามที่กำหนดในแบบ,VIBRATION ISOLATOR ใช้แบบยาง ACOUSTIC PAD ความหนาไม่น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว) หรือ RUBBER-IN-SHEAR

10.2.9 VIBRATION ISOLATOR ของพัดลมขนาดใหญ่เป็นแบบสปริงชนิดมี ACOUSTIC PAD รองและให้ STATIC DEFLECTION ไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) เมื่อรับน้ำหนักไม่เกิน MAXIMUM LOAD ตามคำแนะนำของผู้ผลิต

10.2.10 ที่ตัวถังพัดลมขนาดใหญ่ต้องมี ACCESS DOOR ไว้สำหรับเปิดออกตรวจสอบ และทำความสะอาดภายในพัดลมได้โดยไม่ต้องถอดท่อลม

10.2.11 พัดลมทุกชุดที่ต่อกับท่อลมต้องต่อด้วยหน้าแปลน (FLANGE) พร้อมทั้งติดตั้ง FLIXIBLE DUCT CONNECTION ไว้ในตำแหน่งใกล้พัดลมมากที่สุด

10.2.12 ปากพัดลม (INLET และ OUTLET) ที่ไม่ต่อกับท่อลม ต้องใส่ตะแกรงเหล็ก (SCREEN) ชนิดไม่เป็นสนิม ขนาดช่องของตะแกรงไม่เล็กกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)

10.3 พัดลม (PROPELLER)

10.3.1 ใบพัดลมและโครงทำด้วยเหล็ก อลูมิเนียมหรือพลาสติกทนความร้อน ประกอบและผ่านกรรมวิธี ป้องกันสนิมมาจากโรงงานผู้ผลิต ถ้าติดตั้งในบริเวณที่มีลักษณะเป็นสำนักงานที่ต้องการความสวยงาม จะต้องเป็นรุ่นที่ออกแบบมาให้มีรูปร่างที่สวยงาม มี GRAVITY SHUTTER ติดตั้งไว้ที่ด้านลมออก ขณะพัดลมหยุดหมุนสามารถปิดได้สนิทเป็นแบบ MULTIBLADE GRAVITY SHUTTER

10.3.2 พัดลมที่ติดตั้งยึดกับผนังอาคาร ต้องมียางรองโดยรอบระหว่างโครงพัดลมกับผนัง ความหนาของยางรองไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร (1/8 นิ้ว)

10.3.3 ใบพัดลมชนิดทำด้วยเหล็กหรืออลูมิเนียม ต้องมีตะแกรงเหล็ก (WIRE GUARD) ป้องกันอันตรายยึดติดกับโครงพัดลมทางด้านดูดอากาศเข้า

10.3.4 ในกรณีที่กำหนดให้ในแบบ ให้เป็นพัดลมแบบ CHEMICAL PROOF ชิ้นส่วนของพัดลมทั้งหมดที่สัมผัสกับอากาศที่ดูดออก ต้องเคลือบด้วยสารที่ทนการกัดกร่อนของไอกรด

10.4 พัดลมอัดอากาศ

10.4.1 เป็นแบบ CENTRIFUGAL BACKWARD CURVED BLADE(SWSI)

10.4.2 เมื่อได้รับสัญญาณจากระบบเตือนเพลิงไหม้ ให้พัดลมทำงานโดยอัตโนมัติ หน้าคอนแทคของ RELAY จะต้อง HOLD ไว้ตลอดไม่ว่าเกิดไฟดับหรือ ไฟกระพริบ หรือสัญญาณเตือนเพลิงไหม้หายไป พัดลมจะหยุดทำงานด้วย MANUAL STOP

10.5 พัดลมระบายควัน

10.5.1 เป็นชนิดทนความร้อน และใช้งานได้ที่อุณหภูมิไม่น้อยกว่า 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

10.5.2 พัดลมเป็นแบบขับตรง มอเตอร์และอุปกรณ์ประกอบต้องสามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิไม่น้อยกว่า 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

10.5.3 พัดลมเป็นแบบขับผ่านสายพาน มอเตอร์และอุปกรณ์ประกอบต้องสามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิไม่น้อยกว่า 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

10.5.4 เมื่อได้รับสัญญาณจากระบบเตือนเพลิงไหม้ ให้พัดลมทำงานโดยอัตโนมัติ หน้าคอนแทคของ RELAY จะต้อง HOLD ไว้ตลอดไม่ว่าเกิดไฟดับหรือ ไฟกระพริบ หรือสัญญาณเตือนเพลิงไหม้หายไป พัดลมจะหยุดทำงานด้วย MANUAL STOP

10.6 พัดลมแบบ Axial Flow Direct Drive

10.6.1 ตัวถัง (Casing) ทำด้วยอลูมิเนียมหรือเหล็กผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นสีภายนอกตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต

10.6.2 ใบพัดเป็นแบบ Mixed flow หรือ Air Foil ทำด้วยอลูมิเนียมหรือเหล็กได้รับการปรับสมดุลทั้งทาง Static และ Dynamic มาจากโรงงานผู้ผลิต

10.6.3 การขับเคลื่อนใบพัดเป็นแบบ Direct drive มอเตอร์ตามมาตรฐาน (Standard Model) ของผู้ผลิต

10.6.4 Vibration Isolator เป็นแบบสปริง

10.6.5 พัดลมส่วนที่ต่อกับท่อลมให้ต่อด้วย Flexible Duct Connector ไว้ในตำแหน่งใกล้พัดลมมากที่สุด

10.7 พัดลมแบบ JET FAN SYSTEMS

10.7.1 ตัวถัง (Casing) ทำด้วยอลูมิเนียมหรือเหล็กผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นสีภายนอกตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต

10.7.2 ใบพัดลมเป็นแบบ Mixed flow หรือ Air Foil ทำด้วยอลูมิเนียมหรือเหล็กได้รับการปรับสมดุลทั้งทาง Static และ Dynamic มาจากโรงงานผู้ผลิต

10.7.3 การขับเคลื่อนใบพัดเป็นแบบ Direct drive มอเตอร์ตามมาตรฐาน (Standard Model) ของผู้ผลิต

10.7.4 Vibration Isolator เป็นแบบสปริง

10.7.5 พัดลมส่วนที่ต่อกับท่อลมให้ต่อด้วย Flexible Connector ไว้ในตำแหน่งใกล้พัดลมมากที่สุด

10.7.6 ตัวพัดลม และมเตอร์ต้องสามารถถอดสไลด์ออกทางด้านทางดูดหรือเขาโดยไม่ต้องถอด SILENCER เพื่อง่ายต่อการบำรุงรักษา

10.7.7 ความสูงโดยรวมของพัดลมต้องไม่เกิน 430 mm.และพัดลมต้องติด GRILL ปรับทิศทางลมทางฝั่งขาออก

10.8. พัดลมแบบ DUCT & SILENT TUBE Direct Drive

10.8.1 ตัวถัง (Casing) ทำด้วยอลูมิเนียมหรือเหล็กผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นสีภายนอกตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต

10.8.2 ใบพัดเป็นแบบ Mixed flow หรือ Air Foil ทำด้วยอลูมิเนียมหรือเหล็กได้รับการปรับสมดุลทั้งทาง Static และ Dynamic มาจากโรงงานผู้ผลิต

10.8.3 การขับเคลื่อนใบพัดเป็นแบบ Direct drive มอเตอร์ตามมาตรฐาน (Standard Model) ของผู้ผลิต

10.8.4 Vibration Isolator เป็นแบบสปริง

10.8.5 พัดลมส่วนที่ต่อกับท่อลมให้ต่อด้วย Flexible Duct Connector ไว้ในตำแหน่งใกล้พัดลมมากที่สุด

10.9 พัดลมแบบ Ceiling Fan

10.9.1 ใบพัดเป็นแบบ Centrifugal พร้อมทั้งมี Outlet Gravity Butterfly Damper

10.9.2 พัดลมต้องเป็นชนิดที่ออกแบบมาสำหรับติดตั้งที่ฝ้าเพดานโดยเฉพาะ และสามารถถอดออกซ่อมได้โดยไม่ต้องเปิดช่องบริการ

10.9.3 มีสมรรถนะใกล้เคียงที่สุดกับที่กำหนดไว้ในแบบทั้งประมาณลม และ Static Pressure รวมทั้งต้องมีระดับเสียงอยู่ในเกณฑ์ต่ำเหมาะสมกับบริเวณที่ใช้งานด้วย

10.9.4 การปิด-เปิดพัดลม เป็นแบบสวิทช์ที่มีไฟแสดง

10.9.5 มอเตอร์พัดลม เป็นชนิด External Motor Rotor สำหรับโครงสร้างที่เป็นเหล็ก

10.9.6 หน้ากากพัดลม เป็นวัสดุที่ทำด้วย พลาสติก ABS หรือ METAL SHEET

หมวดที่ 11 ระบบควบคุมอัตโนมัติ (AUTOMATIC CONTROL SYSTEM)

11.1 ข้อกำหนดทั่วไป

11.1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งระบบ AUTOMATIC COTROL สำหรับระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ซึ่งใช้ควบคุมการทำงานของพัดลม และควบคุมอุณหภูมิสำหรับพื้นที่ปรับอากาศ ระบบควบคุมอัตโนมัติประกอบด้วย CONTROLLER , THERMOSTAT , CONTROL VALVE , DAMPER และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ที่จะทำให้ระบบสามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติ

11.1.2 อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เดียวกันของระบบควบคุมอัตโนมัติ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัทผู้ผลิตเดียวกัน

11.1.3 MOTOR ของ CONTROL VALVE ต้องเป็นแบบ NON CONDENSE

11.2 ระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับ FAN COIL UNIT

11.2.1 ROOM THERMOSTAT ใช้กับไฟฟ้า 220 V. 50 HZ. ใช้งานที่กระแสไฟฟ้า (SWITCHING CURRENT) ไม่น้อยกว่า 5 AMPS. ได้ ชุด SENSOR เป็นแบบ ELECTRONIC ซึ่งมีค่า SWITCHING DIFFERENTIAL ไม่เกิน 1° F การแสดงผลเป็นแบบ LED/ LCD DIGITAL

11.2.2 สำหรับ FAN COIL UNIT ใช้ ROOM THERMOSTAT WITH FAN SPEED ชนิดติดตั้งกับผนัง มีปุ่มปรับอุณหภูมิ พร้อมกับชุดปรับความเร็ว พัดลมแบบ 3 ความเร็ว และ AUTO SPEED และ SWITCH สำหรับ ON-OFF ประกอบสำเร็จในชุดเดียวกัน และสามารถต่อสายแสดง/ควบคุมจากส่วนกลางได้

11.2.3 มอเตอร์สำหรับขับ 2-WAY VALVE หรือ 3-WAY VALVE ให้เป็นแบบ ON-OFF และจะต้องมี MANUAL CLUTCH สำหรับใช้เปิด-ปิด ด้วยมือได้ มอเตอร์ที่เลือกใช้จะต้องมีแรงบิดเพียงพอ และเมื่อ VALVE เปิดหรือปิดจนสุดแล้ว จะต้องไม่มีกระแสไฟฟ้าตกค้างที่มอเตอร์

11.2.4 2-WAY VALVE เป็นแบบ ON-OFF VALVE ชนิด NORMALLY OPENED PLUG TYPE VALVE BODY ทำด้วย BRONZE ต่อด้วยเกลียว การเลือกขนาด VALVE ต้องเลือกให้ PRESSURE DROP ไม่เกิน 5 PSI ที่อัตราการไหลที่ต้องการ

11.3 ระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับ AIR HANDLING UNIT

11.3.1 จัดให้มีตู้ควบคุมตามแบบ โดยจัดให้มีชุด PUSH BUTON สำหรับ ON-OFF และมี INDICATOR LAMP โชว์สถานะของเครื่อง ติดตั้งที่ตำแหน่งในแบบ หรือ พื้นที่ใช้งาน

11.3.2 TEMPERATURE CONTROLLER เป็นแบบ PROPORTIONAL PLUS INTEGRAL ชนิดติดตั้งกับผนัง มีปุ่มสำหรับปรับตั้งค่าอุณหภูมิ

11.3.3 มอเตอร์สำหรับขับ 2-WAY VALVE หรือ 3-WAY VALVE เป็นแบบ MODULATED มี MANUAL CLUTCH สำหรับเปิด-ปิด ด้วยมือ มอเตอร์ที่เลือกใช้ต้องมีแรงบิดเพียงพอ และเมื่อ VALVE เปิดหรือปิดจนสุดแล้วจะต้องไม่มีกระแสไฟฟ้าตกค้างที่มอเตอร์

11.3.4 2-WAY VALVE เป็นแบบ MODULATED VALVE ชนิดPLUG OR GLOBE TYPE สามารถปรับอัตราการไหลของน้ำได้ถูกต้อง BODY ของ VALVE ขนาด 2 นิ้วและเล็กกว่าทำด้วย BRONZE ต่อด้วยเกลียว ส่วน BODY ของ VALVE ขนาดใหญ่กว่า 2 นิ้ว ทำด้วย CAST IRON ต่อด้วยหน้าแปลน การเลือกขนาดของ VALVE ต้องเลือกให้ PRESSURE DROP ไม่เกิน 5 PSI ที่อัตราการไหลที่ต้องการ

11.3.5 เมื่อได้รับสัญญาณจากระบบ FIRE ALARM พัดลมของ AIR HANDLING UNIT จะต้องหยุดทำงานทันที

11.4 ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบอัตโนมัติ จากส่วนกลาง

1. ขอบเขตงาน

1.1 ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมระบบการทำงานเครื่องปรับอากาศ โดยใช้ อุปกรณ์ Thermostat

1.2 เดินสายสัญญาณควบคุม ระหว่างอุปกรณ์ควบคุม ไปยัง Terminal Box และไปยังห้องควบคุม โดยใช้ท่อ EMT และ Flexible เพื่อเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง ที่ห้อง ควบคุม

1.3 ติดตั้งเครื่องวัดไฟฟ้าแบบดิจิตอล จำนวนอย่างน้อย 1 หน่วย เพื่อตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคาร

1.4 ติดตั้งคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง และ UPS ที่ห้องควบคุม รวมทั้งติดตั้งโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมระบบอย่างสมบูรณ์

1.5 ต้องจัดการฝึกอบรมการใช้งานและการบำรุงรักษาอุปกรณ์ในระบบต่อเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องอย่างน้อย จำนวน 2 ครั้ง

2. คุณสมบัติทางเทคนิคของอุปกรณ์ควบคุมการทำงานเครื่องปรับอากาศ

เป็นอุปกรณ์ควบคุมที่ออกแบบเพื่อใช้งานกับเครื่องปรับอากาศ สามารถควบคุม On-Off ปรับความเร็วลม (Fan Speed) ตั้งอุณหภูมิ (Temperature) สามารถกำหนดแอดเดรสเพื่อควบคุมผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง หรือผ่านคอนโทรลเลอร์อื่น รวมถึงสามารถเก็บบันทึกการใช้งานของผู้ใช้ และการทำงานของเครื่องปรับอากาศที่เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง มีข้อกำหนดทางเทคนิคดังนี้

2.1	Display	: LED Digital Temperature Display
2.2	Fan Speed Setting	: Low, Medium, High และ Auto
3.3	Mode Operation Setting	: Cool Mode and Fan Mode
3.4	Power supply	: Built-in

3. คุณสมบัติทางเทคนิคอุปกรณ์ควบคุมการทำงานส่วนกลาง

อุปกรณ์ควบคุมส่วนกลางใช้เพื่อควบคุมอุปกรณ์ควบคุมให้ เปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าและควบคุมการทำงานเครื่องปรับอากาศในระยะไกล โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนดังนี้

3.1 อุปกรณ์ประมวลผล (Computer Server)

เป็นอุปกรณ์ประมวลผลส่วนกลาง เพื่อใช้ควบคุมและบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า สามารถบันทึกข้อมูลการใช้ไฟฟ้าจากเครื่องเครื่องปรับอากาศ ซึ่งติดตั้งไว้เป็นส่วนกลางในอาคาร ด้วยโปรแกรมบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า (Energy Management Software) โดยต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยหรือดีกว่าดังต่อไปนี้

- Industrial Grade PC Type
- CPU Core i5 2.2 GHz FSB 800Mhz
- Memory 4-8 GB

- Hard Disk 500 GB SATA
- DVD-RW 16X Light scribe Drive
- PCI x1, Serial port
- LAN Gigabit Ethernet
- LCD monitor 17 inches
- OS Windows XP Professional and Anti Virus software license
- Mouse and Keyboard
- Converter RS232 to 485 / LAN
- UPS 800VA

3.2 อุปกรณ์ควบคุมการใช้ไฟฟ้า (Keyboard Controller)

เป็นอุปกรณ์ควบคุมการใช้ไฟฟ้าที่สามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าแบบไม่ผ่านเครื่องประมวลผล โดยอุปกรณ์จะต้องสามารถควบคุมได้อย่างน้อย 512 หน่วย ผ่าน Keyboard Controller

4. ความต้องการการทำงานของระบบควบคุม

4.1 ต้องควบคุมการเปิด - ปิด ตามคุณสมบัติทางเทคนิคข้อที่ 2

4.2 อุปกรณ์ควบคุมการทำงานเครื่องปรับอากาศแบบอัตโนมัติ จะต้องสามารถควบคุมการทำงานแทน Thermostat ได้อย่างน้อยดังนี้

4.2.1 ตั้งอุณหภูมิการทำงาน (Temperature Setting) ระดับอุณหภูมิสูงสุด / ต่ำสุด ได้

4.2.2 เปิด/ปิด การทำงานของเครื่องปรับอากาศ

4.2.3 คุมความเร็วของพัดลม FCU (Fan Coil Unit) : High, Medium, Low และ Auto

4.2.4 ตั้ง Mode การทำงานแบบ Cool Mode และ Fan Mode ได้

4.2.5 ตั้งการทำงานแบบ Keypad Lock / Unlock

4.2.6 บันทึกค่าภายในอุปกรณ์ Non Volatile Memory ในกรณีเกิดไฟฟ้าดับ จะต้องสามารถจำค่าต่างๆ ที่มีการปรับตั้งค่าในโปรแกรมไว้ได้ เช่น Address เป็นต้น

4.2.7 ระบบควบคุมการทำงานเครื่องปรับอากาศแบบอัตโนมัติที่เสนอ จะต้องสามารถใช้งานร่วมกับระบบบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าได้ เพื่อเป็นการอนุรักษ์พลังงานและควบคุมค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Control) ในอาคารได้ ในกรณีต้องการติดตั้งเครื่องวัดคุมเพิ่มขึ้นในอนาคต

4.2.8 ระบบการทำงานเครื่องปรับอากาศต้องสามารถควบคุมได้จากคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง โดยสถานะต่างๆ ของเครื่องปรับอากาศแต่ละหน่วย เช่น การปรับอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศต้องสามารถสื่อสารไปยังคอมพิวเตอร์ส่วนกลางเพื่อให้ทราบสถานะต่างๆ ได้จากห้องควบคุม

4.2.9 ต้องสามารถตั้งเวลาในการควบคุมการเปิด - ปิด ระบบการทำงานเครื่องปรับอากาศส่วนกลางอย่างน้อยจะต้องเป็นแบบ Daily หรือ Weekly Schedule ได้

5. คุณลักษณะของโปรแกรมควบคุมของเครื่องประมวลผลส่วนกลาง

5.1 สามารถกำหนดรหัส (Code / Address) ของอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบ เช่น กำหนดสวิทช์เปิด - ปิด เครื่องปรับอากาศ ให้ทำงานตามกำหนดเวลาที่ต้องการหรือตามกำหนดตารางเวลาการเปิด - ปิด เพื่อให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

5.2 สามารถแสดงสภาวะการทำงานเป็นแผนภาพ (Graphic Display) บนจอคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง

5.3 สามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบ จากคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง ได้สะดวก โดยต้องแสดงเป็นรูปภาพที่จอคอมพิวเตอร์ และสามารถสั่ง เปิด - ปิด ที่อุปกรณ์นั้นได้ด้วย

5.4 สามารถควบคุมอุปกรณ์หรือเปลี่ยนแปลงการควบคุมการทำงานได้จากคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง หรือจากพื้นที่ต่างๆ ในอาคาร ผ่านระบบ LAN ภายในอาคาร โดยการอนุญาตเข้าสู่โปรแกรมขึ้นอยู่กับ Password ของแต่ละระดับ อย่างน้อย 3 ระดับ

5.5 สามารถรักษารูปแบบการแสดงผลที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง กรณีมีเหตุไฟฟ้าดับ เมื่อไฟฟ้าสู่สภาวะปกติ รูปแบบการแสดงผลที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ส่วนกลางนั้น จะต้องกลับสู่รูปแบบเดิม โดยมีหน่วยความจำเป็นแบบ EEPROM และถ้ากรณีมีเหตุขัดข้องเกี่ยวกับการควบคุมจากโปรแกรมประมวลผลระบบยังคงสามารถทำงานได้ด้วยเจ้าหน้าที่หรือผู้รับผิดชอบในระบบ ได้โดยตรง

5.6 สามารถควบคุมเครื่องปรับอากาศภายในอาคารตามเวลาที่กำหนดไว้ เช่น เวลา 9.00 น. อนุญาตให้เครื่องปรับอากาศทั้งหมดในอาคารที่ควบคุมทำงาน หรือเครื่องปรับอากาศบางส่วนหยุกพักทำงานในเวลาพักกลางวัน และเครื่องปรับอากาศในอาคารหยุดทำงานเมื่อเวลา 16.00 น.

5.7 โปรแกรมต้องสามารถตั้งค่า Lock และ Unlock การทำงานของเครื่องปรับอากาศ เพื่อป็นการป้องกันการใช้เครื่องปรับอากาศนอกเวลาที่กำหนด โดยผู้ใช้งานจะสามารถเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศที่อุปกรณ์ควบคุม ได้เฉพาะในเวลาที่กำหนดไว้ตาม Schedule เท่านั้น

6. การแสดงผลของระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศ

ผู้รับจ้างงานนี้จะต้องเป็นผู้ดำเนินการออกแบบการแสดงผลไม่น้อยกว่าข้อกำหนดดังต่อไปนี้

6.1 ต้องแสดงแบบแปลน Lay-Out ของบริเวณที่ติดตั้งระบบควบคุมทั้งหมด

6.2 ลักษณะการแสดงผลของโปรแกรม ต้อง เข้าใจง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน

6,3 ต้องสามารถแสดงสถานะการทำงานในรูปของสัญลักษณ์ หรือสี เพื่อให้สามารถเข้าใจได้ง่าย

11.5 แผงแสดงการทำงานของระบบ (SUPERVISORY STATUS PANEL)

เป็นอุปกรณ์แสดงการทำงานของ Chiller, Chiller Pump, Condenser Pump, Cooling Tower และอุกปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้งานกับในระบบปรับอากาศ โดยในแผงจะต้องแสดง การ On-Off ของระบบแต่ละเครื่อง เป็นอย่างน้อย และจะต้องติดตั้งในตำแหน่งที่สามารถมองเห็น ได้

12.1 ขอบเขตของงานไฟฟ้า

ผู้รับจ้างระบบปรับอากาศและระบายอากาศ จะต้องรับผิดชอบในการจัดหาติดตั้ง และทดสอบวัสดุและอุปกรณ์สำหรับระบบไฟฟ้ากำลังและควบคุมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับระบบปรับอากาศและระบายอากาศทั้งหมด รวมทั้งการประสานกับผู้รับจ้างงาน ระบบไฟฟ้าและสื่อสารในการเชื่อมต่อวงจรควบคุมจากระบบไฟฟ้ากำลัง ระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองและระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ เข้ากับระบบปรับอากาศและระบายอากาศ เพื่อให้งานระบบต่างๆ ของอาคารทำงานสัมพันธ์กัน ตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง จุดเริ่มต้นของงานไฟฟ้าระบบปรับอากาศและระบายอากาศ จะเริ่มจาก LOAD SIDE TERMINALS ของ CIRCUIT BREAKERS หรือ SEFETY SWITCHES ตามที่แสดงในแบบ ผู้รับจ้างระบบปรับอากาศ จะต้องจัดหาและติดตั้ง MOTOR CONTROL CENTERS (MCC'S), MOTOR STARTERS และอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ พร้อมกับเดินสายไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศและระบายอากาศทั้งหมด

12.2 มาตรฐานวัสดุ อุปกรณ์และการติดตั้ง

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานของเครื่อง วัสดุ อุปกรณ์ การประกอบ และการติดตั้งต้องถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้:-

ก. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก)

ข. กฎและประกาศกระทรวงมหาดไทย

ค. มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ในพระบรมราชูปถัมภ์)

ง. มาตรฐานการพลังงานแห่งชาติ

จ. กฎและระเบียบการไฟฟ้านครหลวง

ฉ. ANSI : AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE

ช. ASTM : AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIAL

ซ. BS : BRITISH STANDARD

ฌ. DIN : DEUTSCHE INDUSTRIENORMEN

ญ. IEC : INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ฎ. JIS : JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD

ฏ. NEC : NATIONAL ELECTRICAL CODE

ฐ. NEMA : NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION

ฑ. NESC : NATIONAL ELECTRICAL SAFETY CODE

ฒ. NFPA : NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION

ณ. UL : UNDERWRITERS LABORATORIES, INC.

ท. VDE : VERBAND DEUTSCHER ELECTROUTECHNIKER

12.3 ระบบแรงดันไฟฟ้าและรหัส

12.3.1 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ระบบไฟฟ้าในโครงการนี้เป็นระบบ 415/240 โวลท์, 3 เฟส 4-สาย, 50 เฮิร์ท, Y-CONNECTION, SOLID GROUND

12.3.2 กำหนดให้ใช้รหัสสีของ BUSBAR, ของสายไฟฟ้า เป็นไปตามข้อกำหนด ดังต่อไปนี้.-

ก. สีดำ.....สำหรับเฟส A (R)

ข. สีแดง.....สำหรับเฟส B (S)

ค. สีน้ำเงิน.....สำหรับเฟส C (T)

ง. สีขาว.....สำหรับสายศูนย์ (NEUTRAL)

จ. สีเขียวหรือเขียวคาดเหลือง.....สำหรับสายดิน

ในกรณีที่สายไฟฟ้ามีมาตรฐานการผลิตเป็นสีเดียว ให้ใช้ปลอกพีวีซีสีตามกำหนดสีสวมไว้ที่ปลายสายทั้งสองด้านและภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าทุกจุด

12.3.3 อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ต้องมีรหัสสีแดงไว้ เพื่อง่ายต่อการตรวจสอบและซ่อมบำรุงภายหลังโดยกำหนดให้ใช้รหัสสีตามตาราง 16.6 โดยให้ทาสีคาดที่ท่อร้อยสายไฟฟ้าทุกระยะ ไม่เกิน1 เมตรหรือทาสีที่อุปกรณ์ยึดท่อ (CLAMP) ส่วนกล่องต่อสาย กล่องพักสาย ให้ทาสีภายในกล่องและฝากล่องทุก ๆ กล่อง

12.4 ดินการต่อลงดิน

วัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดที่มีส่วนห่อหุ้มหรือโครงสร้างภายนอกเป็นโลหะ อันเป็นส่วน ที่ไม่ควรมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านต้องต่อลงดินตามกำหนดให้มาตรฐานดังต่อไปนี้.-

ก. ประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า "หมวด 6 สายดินและการต่อลงดิน"

ข. มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าสำนักงานพลังงานแห่งชาติ TSES 24 - 1984 การต่อลงดิน

ค. NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC) ARTICLE 250

ง. *NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NEPA) NO. 78*

12.5 การเดินสายไฟฟ้า

ถ้ามิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ให้เดินสายไฟฟ้ากำลังและสายไฟฟ้าควบคุม ในอุปกรณ์ เดินสายไฟฟ้าที่เหมาะสม เพื่อการฝังในคอนกรีตหรือผนังหรือเดินลอยซ่อนในฝ้าเพดานแล้วแต่กรณี สำหรับการใช้สายไฟฟ้าและอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า ให้เป็นไปตามที่ระบุในหมวดต่อๆ ไป

12.6 แผงควบคุม

แผงควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ให้เป็นไปตามข้อกำหนดในหมวดต่อๆ ไป

12.7 การป้องกันไฟและควันลาม

12.7.1 การป้องกันไฟและควันลามต้องเป็นไปตาม NEC, ARTICLE 300-21 และ ASTM

12.7.2 อุปกรณ์หรือวัสดุ

ก. อุปกรณ์หรือวัสดุซึ่งใช้ป้องกันไฟและควันลาม ต้องเป็นอุปกรณ์หรือวัสดุที่ UL รับรอง

ข. อุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าว ต้องป้องกันไฟได้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง

ค. อุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าว ต้องไม่เป็นพิษขณะติดตั้งหรือขณะเกิดเพลิงไหม้

ง. สามารถถอดออกได้ง่ายในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข

จ. ทนต่อการสั่นสะเทือนได้ดี

ฉ. ติดตั้งง่าย

ช. อุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลาม ต้องไม่ร่อนหลุดได้ง่าย ไม่ว่าก่อน หรือ หลังเพลิงไหม้

12.7.3 ให้ติดตั้งอุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลามตามตำแหน่งต่างๆ ดังต่อไปนี้.-

ก. ช่องเปิดทุกช่อง ไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนังหรือพื้น ซึ่งได้เตรียมไว้สำหรับ การใช้งานติดตั้งระบบไฟฟ้า

ข. ช่องเปิดหรือช่องลอด (SLEEVE) ที่เตรียมการไว้สำหรับติดตั้ง ระบบไฟฟ้า ในอนาคต

ค. ช่องเปิดหรือช่องลอด (SLEEVE) ที่ใช้สายไฟฟ้าหรือท่อร้อยสายไฟฟ้าที่มีช่องว่างอยู่แม้เพียงช่องเล็กน้อยก็ตาม

ง. ภายในท่อร้อยสายไฟฟ้าที่วางทะลุพื้นคอนกรีต ผนังคอนกรีต ซึ่งเป็นผนังทนไฟ เพื่อป้องกันไฟและควันลามตามท่อร้อยสายไฟฟ้า

12.7.4 กรรมวิธีการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องเสนอขออนุมัติจากผู้คุมงานก่อน

12.8 การตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้าการตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้า ให้กระทำครบถ้วนดังต่อไปนี้.-

12.8.1 ตรวจสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ทั้งหมด

12.8.2 ตรวจสอบค่าความต้านทางของการต่อลงดินของอุปกรณ์ทั้งหมด เพื่อให้แน่ใจว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าของการต่อลงดิน

12.8.3 ตรวจสอบและทดสอบการทำงานของระบบควบคุมต่างๆ

12.8.4 ตรวจสอบและทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ

12.8.5 จัดทำรายการทดสอบต่างๆ อย่างครบถ้วน

13.1 ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติ และการติดตั้งใช้งานสำหรับสายไฟฟ้าแรงต่ำ

13.2 ชนิดของสายไฟฟ้า

13.2.1 โดยทั่วไปให้สายไฟฟ้าแรงต่ำมีตัวนำเป็นทองแดงหุ้มด้วยฉนวน POLYVINYL CHLORIDE (PVC) สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลท์ และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า70 องศาเซลเซียส ตาม มอก.11-2531

13.2.2 สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตร ต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (STRANDED WIRE)

13.2.3 สายไฟฟ้าที่ใช้ร้อยในท่อโลหะ หรือ WIREWAY โดยทั่วไปกำหนดให้เป็นสายไฟฟ้าตัวนำแกนเดียวและตัวนำหลายแกน (MULTI-CIRE) ต้องเป็นสายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวนพีวีซี อย่างน้อย 1 ชั้น ตาม มอก.11-2531 ชนิด THW

13.2.4 สายไฟฟ้าที่กำหนดให้ใช้ฝังดินโดยตรง หรือเดินใน UNDERGROUND DUCT ทั้งแบบตัวนำแกนเดียวและตัวนำหลายแกน (MULTI-CORE) ต้องเป็นสายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวนพีวีซีอย่างน้อย 2 ชั้น ตาม มอก.11-2531 ชนิด NYY, NYY-N หรือ NYY-GRD แล้วแต่กรณี

13.2.5 สายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรถาวรที่มีการเคลื่อนที่เป็นประจำ เช่น รอกไฟฟ้า เครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือน หรือกรณีที่ผู้คุมงานเห็นชอบ ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด FLEXIBLE CABLE หุ้มฉนวน พีวีซี สองชั้น ตาม มอก.11-2531

13.2.6 สำหรับสายไฟฟ้าภายในเครื่องหรืออุปกรณ์ที่มีความร้อนเกิดขึ้นสูง ให้ใช้สายทนความร้อนซึ่งหุ้มด้วยฉนวน ASBESTOS หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า

13.2.7 สายทองแดงเปลือย (BARE COPPER WIRE) เป็นสายทองแดงชนิด SOFT DRAWN

13.3 การติดตั้ง

13.3.1 การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเกินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้

ก. ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว

ข. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้าโดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต

ค. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อ อาจจำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่น โดยสารนั้นจะต้องเป็นสารเศษที่ไม่ทำปฏิกริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า

ง. การดัดโค้งหรืองอสายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใดๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน NEC

13.3.2 การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า

ก. การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า ให้กระทำได้ภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าเท่านั้นห้ามต่อในช่องท่อโดยเด็ดขาด

ข. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน 10 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ INSULATED WIRE CONNECTOR, PRESSURE TYPE ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลท์

ค. ปลายสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี TERMINAL BOX เพื่อการต่อสายไฟฟ้าแยกไปยังจุดอื่นได้สะดวกและการเปลี่ยนชนิดของสายไฟฟ้า ให้กระทำได้โดยต่อผ่าน TERMINAL BOX นี้

13.4 การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้าดังนี้.-

13.4.1 สำหรับวงจรย่อยทั่วๆ ไป ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ตัดวงจรและสวิทซ์ต่าง ๆ อยู่ในตำแหน่งเปิด ต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 1 เมกโอห์ม ในทุกๆ กรณี

13.4.2 สำหรับ FEEDER และ SUB-FEEDER ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งสองทาง แล้ววัดค่าความต้านทานของฉนวน ต้องไม่น้อยกว่า 1 เมกโอห์ม ในทุกๆ กรณี

13.4.3 การวัดค่าของฉนวนที่กล่าว ต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลท์ และวัดเป็นเวลา 1 นาที ต่อเนื่องกัน

13.5 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

14.1 SAFFTY SWITCHES

SAFETY SWITCHES ใช้เป็นอุปกรณ์สำหรับตัดกระแสไฟฟ้า ที่เข้าเครื่องจักรกล หรืออุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อความปลอดภัยในขณะทำการซ่อมหรือบำรุงรักษา SAFETY SWITCH จะต้องเป็นแบบ NON-FUSED,QUICK MAKE QUICK BREAK, HEAVY DUTY มี RATING ตามที่ระบุในแบบ SAFETY WITCH สำหรับตัดกระแสไฟฟ้าเข้ามอเตอร์ไฟฟ้าจะต้องมีขนาดเป็น HORSEPOWER RATED ตู้(ENCLOSURE)ของ SAFETY SWITCH จะต้องเหมาะสมกับสถานที่ที่ติดตั้ง ตามข้อกำหนดของหัวข้อชนิดของ ENCLOSURE ฝาตู้จะต้องมีกลไกลป้องกันมิให้เปิดฝาตู้ได้เมื่อ SAFETY SWITCH อยู่ในตำแหน่ง "ON" และมีที่สำหรับใส่กุญแจเมื่อ SAFETY SWITCH อยู่ในตำแหน่ง "OFF"

14.2 ENCLOSED CIRCUIT BREAKER

ประกอบด้วย CIRCUIT BREAKER บรรจุอยู่ในตู้เหล็ก CIRCUIT BREAKER จะต้องเป็นชนิด MOLDED CASE,MANUALLY OPERATED, TRIP FREE, THERMAL MAGNETIC TRIPPING มี RATING ตามที่ระบุในแบบตู้ (ENCLOSURE) ของ CIRCUIT BREAKER จะต้องเหมาะสมกับสถานที่ที่จะติดตั้งตามข้อกำหนดหัวข้อ "ชนิดของ ENCLOSURE ฝาตู้จะต้องมีกลไกเตรียมไว้สำหรับใส่กุญแจได้ ในขณะที่ CIRCUIT BREAKER อยู่ในตำแหน่ง "OFF"

14.3 ชนิดของ ENCLOSURE

ชนิดของ ENCLOSURE (ตู้เหล็ก) ของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ตามที่ระบุในแบบเป็น มาตรฐานของ NEMA ประเทศสหรัฐอเมริกา ชนิดของ ENCLOSURE ที่ใช้มีดังต่อไปนี้

NEMA TYPE GENERAL PURPOSE สำหรับการติดตั้งภายในอาคาร

- NEMA TYPE 3 RAINTIGHT สำหรับการติดตั้งภายนอกอาคาร หรือกลางแจ้ง เพื่อป้องกันอุปกรณ์ภายในตู้จากฝน

NEMA TYPE 4 WATERTIGHT สำหรับการติดตั้งภายในหรือ ภายนอกอาคาร เพื่อป้องกันอุปกรณ์ภายในตู้จากฝน หรือน้ำซึ่งมีแรงดัน

NEMA TYPE 12 DUSTTIGHT AND DRIPTIGHT สำหรับติดตั้งภายในอาคาร เพื่อป้องกันอุปกรณ์ภายในตู้จากสิ่งแปลกปลอมภายนอกเช่น ฝุ่นละออง ผง, หรือ หยดน้ำ

14.4 MOTOR CONTROL CENTER (MCC)

14.4.1 MCC จะต้องเป็นชนิด METAL ENCLOSED, DEAD FRONT, FREE STANDING ผลิตตามมาตรฐานของ NEMA, ANSI หรือ IEC สำหรับติดตั ้งภายในอาคารที่ AMBIENT TEMPERATURE ไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส ENCLOSURE ช นิด NEMA TYPE 12

14.4.2 MAIN DATA

- VOLTAGE : 600 VAC

- SERVICE VOLTAGE : 380/220 V, 3 PHASE, 4 WIRE, 50Hz

- BUSBAR SYSTEM MATERIAL ทองแดง

CONTINUOUS CURRENT : ตามที่ระบุในแบบ

BUS RATING : ตามที่ระบุในแบบ

14.4.3 MCC จะต้องประกอบด้วย VERTICAL SECTIONS หลาย SECTIONS ยึดติดกันด้วย BOLTSเป็น UNIT เดียวกัน โครงเหล็กและแผ่นกั้นระหว่าง SECTION จะต้องเป็นเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มม. และ 1.5 มม. ตามลำดับ แผ่นเหล็ก ด้านนอกจะต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มม. ชิ้นส่วนที่เป็นเหล็ก จะต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมก่อนพ่นสี สีภายนอกเป็นสีเทาอ่อนโดยวิธีอบแห้ง

14.4.4 ตู้ MCC จะตอ้งออกแบบให้สามารถทนต่อแรงดันที่อาจเกิดขึ้นภายใน อันเนื่องมาจาก SHORT -CIRCUIT ได้

14.4.5 อุปกรณ์ในแต่ละ SECTION จะต้องประกอบด้วย HORIZONTAL BUSES, UNIT COMPARTMENTS HORIZONTAL AND VERTICAL WIREWAYS

14.4.6 HORIZONTAL และ VERTICAL WIREWAYS ในต่ละ SECTION จะต้องมีขนาดพื้นที่หน้าตัดเพียงพอสำหรับใช้ในการเดินสาย POWER และ CONTROL และสามารถทำงานจากด้านหน้าหรือด้านบนของ MCC ได้โดยสะดวก

14.4.7 HORIZONTAL BUSBARS จะต้องเดินตลอดความยาวของ MCC และจะต้องมี CONTINUOUS RATING ไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ BRACING ของ BUSBARS จะต้องสามารถทนแรงดันซึ่งเกิดจากกระแส SHORT CIRCUIT ตามที่ระบุในแบบได้ จะต้องมี GROUND BUS พื้นที่หน้าตัดรวมไม่น้อยกว่าสายเมนกราวด์ที่กำหนดในแบบงานระบบไฟฟ้าเดินภายใน ตลอดความยาวของ MCC และจะต้องมี GROUNDING TERMINALS สำหรับต่อเข้าระบบสายดินของอาคาร 2 จุด

14.4.8 จะต้องมี INSLATED BUS BARRIERS สำหรับ HORIZONTAL BUSES เพื่อป้องกันอันตรายจากการสัมผัสของบุคคล

14.4.9 TERMINAL LUGS ใน INCOMING SECTIONS จะต้องมีขนาดใหญ่พอสำหรับขนาด และจำนวนของ INCOMING FEEDER

14.4.10 UNIT COMPARTMENT แต่ละ UNIT จะต้อง ENCLOSED และ ISOLATED จาก COMPARTMENT ข้างเคียง, จาก BUSES และจาก WIREWAYS ยกเว้นเฉพาะตำแหน่งที่ต้องเดินสายเข้ามาใน COMPARTMENT

14.4.11 อุปกรณ์ภายในของแต่ละ COMPARTMENT จะต้องติดอยู่บน MOUNTING PLATE ซึ่งสามารถออกมาจาก COMPARTMENT ได้โดยสะดวกจาก ทางด้านหน้า เมื่อต้องการซ่อมแซม

14.4.12 ประตูของแต่ละ COMPARTMENT จะต้องเป็นชนิด CONCEALED HINGED และสามารถเปิดได้กว้างไม่ต่ำกว่า 112 องศา ที่ประตูจะต้องมี NAMEPLATE แสดงหน้าที่ของอุปกรณ์ใน COMPARTMENT ติดแสดงไว้ตามระบุใน ONE LINE DIAGRAM

14.4.13 อุปกรณ์ภายในแต่ละ COMPARTMENT จะต้องเป็นไปตามที่แสดงใน ONE LINE DIAGRAM และมีรายละเอียดความต้องการต่อไปนี้:-

14.4.13.1 COMBINATION OF CIRCUIT BREAKER AND MAGNETIC MOTOR STARTER สำหรับ MOTOR LOAD จะต้องประกอบด้วย

ก. MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER (CB) ชนิด MOTOR CIRCUIT PROTECTOR (MCP) ซึ่งสามารถปรับ TRIP SETTING ได้ CB หรือ MCP จะต้องมี CURRENT LIMITER หรือเป็นชนิดที่เหมาะสม FULLY COORDINATED กับ MOTOR STARTER ตามคำแนะนำของผู้ผลิต ซึ่งเมื่อใช้ร่วมกัน แล้วจะสามารถทน SHORT CIRCUIT CURRENT ขนาดตามที่ระบุ ในแบบได้ การปิด-เปิด CB หรือ MCP จะต้องสามารถกระทำได้จากด้านหน้า ประตู COMPARTMENT โดย OPERATION HANDLE และสามารถ LOCK ได้

ข. MOTOR STARTER เป็นชนิด DIRECT ON LINE สำหรับมอเตอร์ ขนาด 5 แรงม้า MOTOR STARTER จะต้องมี THERMAL OVERLOAD RELAY ทั้ง PHASE และจะต้องเลือกขนาดตาม RATING ของ MOTOR ที่ติดตั้งจริง

ค. อุปกรณ์สำหรับควบคุมและ INDICATORS สำหรับ MOTOR STARTER COMPARTMENT

- INDICATOR LIGHTS
- START-STOP PUSH BUTTONS
- TERMINAL BOARD สำหรับรับสาย CONTROL ที่มาจากภายนอกในการควบคุม
- REMOTE START-STOP
- REMOTE ON OFF INDICATOR
- SPARE AUXILLIARY CONTACTS 2 N.O. และ 2 N.C. สำหรับการใช้งานของผู้ว่าจ้าง

14.4.13.2 FEEDER CIRCUIT BREAKER

เป็นชนิด MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER, THERMAL-MAGNETIC TRIP,FIXED MOUNTED, MANUAL OPERATED ขนาดตามที่ระบุในแบบการปิด-เปิดCIRCUIT BREAKER จะต้องสามารถ กระทำได้โดยใช้ OPERATING HANDLE จากด้านหน้าของ

ประตู COMPARTMENT โดยไม่ต้องเปิดประตู OPERATING HANDLEจะต้องแสดงตำแหน่ง ON-OFF ของ CIRCUIT BREAKER และจะต้องสามารถ LOCK ในตำแหน่ง OFF ได้โดยใช้แม่กุญแจคล้องจากภายนอก

14.4.14 ตู้ MCC จะประกอบจากโรงงานภายในประเทศได้ แต่จะต้องผลิตตามมาตรฐานที่ระบุในข้อ 12.2 และได้รับการรับรองจากการไฟฟ้านครหลวง ผู้ผลิตจะต้องมีประสบการณ์ ในการประกอบตู้ติดต่อกันมาไม่น้อยกว่า 10 ปี ผู้ผลิตจะต้องเสนอ แบบรายละเอียดและรายการคำนวณแสดงการเลือก COMPONENT ต่างๆ ของตู้เสนอต่อวิศวกร เพื่อการอนุมัติก่อนการจัดทำ

14.5 การทดสอบ

14.5.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดเครื่องมือ พนักงาน และดำเนินการทดสอบระบบไฟฟ้าทั้งหมด โดยการทดสอบต่างๆ จะต้องกระทำต่อหน้าวิศวกร หรือผู้ได้รับมอบอำนาจ

14.5.2 หากการทดสอบแสดงความบกพร่องของวัสดุ หรืออุปกรณ์ หรือการติดตั้งงานระบบไฟฟ้าผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการเปลี่ยน แก้ไข อุปกรณ์หรือการติดตั้งดังนั้นแล้ว จึงเริ่มทำการทดสอบใหม่จนเป็นที่ยอมรับของวิศวกร

14.5.3 การทดสอบระบบไฟฟ้าแรงต่ำจะประกอบด้วย :-

14.5.3.1 RESISTANCE TO GROUND ของระบบสายดินผลการทดสอบที่ยอมรับไม่สูงกว่า 5 Ohms

14.5.3.2 INSULATION RESISTANCE TEST เมื่อใช้ INSULATION TOSTER 500 VDC ผลการทดสอบเป็นที่ยอมรับ :-

ก. MINIMUM INSULATION RESISTANCE TO EARTH = 1 Megohm

ข. MINIMUM INSULATION RESISTANCE BETWEEN PHASES = 1 Megohm

ค. MINIMUM INSULATION RESISTANCE BETWEEN LIVE PART ของ FIXED EQUIPMENT กับ FRAME(เมื่อปลดสายออก) =.05 Megohm

14.5.3.3 ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าทั้งหมด เพื่อให้ถูกต้องตามแบบและข้อกำหนด

หมวดที่ 15 การทาสีป้องกันการผุกร่อน, รหัสสี และสัญญลักษณ์

15.1 ความต้องการทั่วไป

15.1.1 ในผิวงานโลหะทุกชนิด ก่อนนำเข้าไปติดตั้งในงาน ต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันการผุกร่อนและ/หรือ การทาสีตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ทุกประการ วิธีการทาสีต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำของบริษัทผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด เครื่องจักร อุปกรณ์หรือวัสดุใดๆ ที่ได้ผ่านการป้องกันการผุกร่อน ทาสีจากโรงงานผู้ผลิตมาแล้ว หากตรวจพบว่ามีรอยถลอก ขูด ขีดรอยคราบสนิมจับและอื่นๆ ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซม ขัดถูและทาสีให้เรียบร้อย โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้คุมงาน

15.1.2 ในระหว่างการทาสีใด ๆ ก็ตาม ผู้รับจ้างต้องหาวิธีป้องกันมิให้สีหยดลงบนพื้นผนังและอุปกรณ์ใกล้เคียงอื่นๆ หากเกิดการหยดเปื้อน ต้องทำความสะอาดทันที ผลเสียหายใดๆ ที่เกิดขึ้น ต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

15.2 การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี

15.2.1 พื้นผิวโลหะที่เป็นเหล็ก หรือโลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก

ก. ให้ใช้เครื่องขัดสนิมตามรอยต่อเชื่อมและตำหนิต่างๆ จากนั้นใช้แปรงลวด หรือกระดาษทรายขัดผิวงานให้เรียบและปราศจากสนิม หรืออาจใช้วิธีพ่นทรายเพื่อกำจัดคราบสนิมและเศษวัตถุแปลกปลอมออก จากนั้นจึงทำความสะอาดผิวงานไม่ให้มีคราบไขมัน หรือน้ำมันเคลือบผิวหลงเหลืออยู่โดยใช้น้ำมันประเภทระเหยไว(VOLATILE SOLVENT) เช่น ทินเนอร์หรือน้ำมันก๊าดเช็ดถูหลายๆ ครั้ง แล้วใช้น้ำสะอาดล้างอีกครั้งหนึ่ง จนผิวงานสะอาดพร้อมกับเช็คหรือเป่าลมให้แห้งสนิท จึงทาสีรองพื้นตามคำแนะนำของผู้ผลิตโดยเคร่งครัด

ข. ในกรณีที่ผิวงานนั้นเคยถูกทาสีมาก่อน ต้องขูดสีเดิมออกก่อน จึงเริ่ม ทำตามกรรมวิธีดังกล่าวข้างต้น

15.2.2 พื้นผิวโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็กให้ทำความสะอาดโดยใช้กระดาษทราย แล้วเช็ดด้วยน้ำมันสน ห้ามใช้เครื่องขัดหรือแปลงลวดโดยเด็ดขาด แล้วรองพื้น

15.2.3 พื้นผิวสังกะสีและเหล็กที่เคลือบสังกะสี ให้ใช้น้ำยาเช็ดถูเพื่อขจัดคราบไขมันและฝุ่นออกก่อนทาสีรองพื้น

15.2.4 พื้นผิวทองแดง ตะกั่ว พลาสติก ทองเหลือง ให้ขัดด้วยกระดาษทรายก่อน แล้วใช้น้ำยาเช็ดถูกำจัดฝุ่นก่อนทาสีรองพื้น

15.3 การทาสีหรือพ่นสี

15.3.1 ในการทาสีแต่ละขั้น ต้องให้สีที่ทาลงไปแล้วแห้งสนิทก่อน จึงให้ทาสีขั้นต่อๆ ไปได้

15.3.2 สีที่ใช้ทา ประกอบด้วยสี 2 ส่วนคือ

ก. สีรองพื้นใช้สำหรับป้องกันสนิม และ/หรือ เพื่อให้ยึดเกาะระหว่าง สีทับหน้ากับผิวงาน

ข. สีทับหน้าใช้สำหรับเป็นสีเคลือบขั้นสุดท้าย เพื่อใช้เป็นการแสดงรหัสของระบบต่างๆ

15.3.3 ประเภทหรือชนิดของสีที่ใช้ ให้เป็นไปตามระบุในตารางการใช้ประเภทสี ตามชนิดของวัสดุในสภาวะแวดล้อม

15.4 ตารางการใช้ประเภทสีตามชนิดของวัสดุในสภาวะแวดล้อม

ชนิดของผิววัสดุ	บริเวณ	บริเวณที่มีความชื้นสูง บริเวณที่มีการผุกร่อนสูง
- BLACK STEEL PIPE & 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	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER ชั้นที่ 2 ZINC CHROMATE PRIMER ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ALKYD	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER ชั้นที่ 2 EPOXY RED LEAD PRIMER ชั้นที่ 3 สีทับหน้า EPOXY ชั้นที่ 4 สีทับหน้า EPOXY

- GALVANIZED STEEL SHEET ในกรณีที่ไม่ได้ระบุรหัสให้ใช้สีทับหน้าเป็นสีอลูมิเนียม	ชั้นที่ 4 สีทับหน้า ALKYD	
ชนิดของผิววัสดุ	บริเวณ	บริเวณที่มีความชื้นสูง บริเวณที่มีการผุกร่อนสูง
- PVC PIPE	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER
- PLASTIC PIPE	ชั้นที่ 2 สีทับหน้า CHLORINATED RUBBER	ชั้นที่ 2 สีทับหน้า CHLORINATED RUBBER
	ชั้นที่ 3 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
- COPPER TUBE	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER
- STAINLESS STEEL PIPE	ชั้นที่ 2 สีทับหน้า ALKYD	ชั้นที่ 2 สีทับหน้า ALKYD
- STAINLESS STEEL SHEET	ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ALKYD	ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ALKYD
- ALUMINIUM STEEL PIPE		
- ALUMINIUM STEEL SHEET		
- LIGHT ALLOY		
- LEAD		
- CONDUIT CLAMP		
- CLOSED CELL FOAM	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER

PLASTIC ใช้แถบสีแสดง	ชั้นที่ 2 สีทับหน้า CHLORINA	ชั้นที่ 2 สีทับหน้า
รหัสสี	TED RUBBER	CHLORINATED RUBBER
	ชั้นที่ 3 สีทับหน้า CHLORINA	ชั้นที่ 3 สีทับหน้า
	TED RUBBER	CHLORINATED RUBBER

หมายเหตุ.- ในกรณีที่มีการซ่อมสีเนื่องจากการเชื่อม การตัดเจาะ การขัดหรือการทำเกลียว ให้ใช้สีรองพื้นจำพวก ZINC RICH PRIMER ก่อนลงสีทับหน้า

15.5 รหัสสีและสีสัญลักษณ์

15.5.1 การทาสีทับหน้าแสดงรหัสสีให้ทาสีตลอดทั้งเส้นท่อ ยกเว้นถ้าท่อนั้นๆ มีการหุ้มฉนวนให้ทาท่อเฉพาะสีรองพื้นเท่านั้น

15.5.2 ในระบบไฟฟ้าให้แสดงรหัสสีเฉพาะตรงที่ CLAMP ของท่อร้อยสาย และฝาครอบกล่องต่อสายเท่านั้น

15.5.3 ขนาดแถบรหัสสี (เฉพาะท่อที่หุ้มฉนวน) และตัวอักษร กำหนดดังนี้.-

ขนาดท่อ (Dia.)	ความกว้างของแถบรหัสสี	ขนาดตัวอักษร
20 มม (3/4") -32 มม (1 1/4")	200 มม (8")	15 มม (/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")

15.5.4 ระยะของแถบรหัสสี อักษรสัญลักษณ์และสัญลักษณ์ลูกศรแสดงทิศทาง กำหนดเป็นดังนี้

ก. ทุกๆ ระยะไม่เกิน 6 เมตร (20 ฟุต) ของท่อในแนวตรง

ข. ใกล้ตำแหน่งวาล์วทุกตัว

ค. เมื่อมีการเปลี่ยนทิศทาง และ/หรือ มีท่อแยก

ง. เมื่อท่อผ่านกำแพงหรือทะลุพื้น

จ. บริเวณช่องเปิดบริการ

15.5.5 กำหนดสีของรหัส และสัญลักษณ์ต่างๆ ตามตารางรหัสสี และสัญลักษณ์

15.6 ตารางแสดงรหัสสีและสัญลักษณ์

ลำดับที่	รายละเอียด	ตัวอักษร	รหัสสี	สีสัญลักษณ์
1.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้ากำลังปกติ	N	ส้ม	ดำ
2.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าฉุกเฉิน	E	ส้มสลับขาว	แดง
3.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าควบคุมระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศ	AC	ชมพู	เขียว
4.	อุปกรณ์แขวน ยึด และรองรับท่อทั้งหมด	-	เทาเข้ม	-
5.	DISTRIBUTION BOARD & MOTOR CONTROL BOARD ระบบไฟฟ้าปกติ	-	งาช้าง	ดำ
6.	DISTRIBUTION BOARD & MOTOR CONTROL BOARD ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน	-	งาช้าง	แดง

หมวดที่ 16 ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน

16.1 วัตถุประสงค์

รายละเอียดในหมวดนี้ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์วัสดุและอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับ ทั้งนี้ คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้นๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่กำหนดไว้ การเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากชื่อที่ให้ไว้นี้ ต้องแสดงเอกสารรายละเอียดและหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอ เพื่อการพิจารณาอนุมัติให้ใช้งาน โดยมีคุณภาพเทียบเท่า

*** ดูที่หมวดที่ 7 ตารางรายการวัสดุ (VENDER LIST)**

หมวดที่ 17 เครื่องปรับอากาศ ระบบน้ำยารวมศูนย์

(MULTI SPLIT TYPE AIR CONDITIONING UNIT, VARIABLE REFRIGERANT FLOW/VOLUME)

1. ข้อกำหนดทั่วไป

1.1. ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการจัดหา และติดตั้งระบบปรับอากาศ รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบและวัสดุปลีกย่อย ที่แสดงไว้ในแบบและข้อกำหนด ทั้งนี้ตัวเครื่องปรับอากาศ วัสดุ และอุปกรณ์ทั้งหมด ที่นำมาติดตั้ง ต้องเป็นของใหม่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน พร้อมทั้งทำการทดสอบการทำงานของระบบปรับอากาศให้ใช้งานได้สมบูรณ์ ถูกต้องตามความประสงค์ของแบบและโครงการ

1.2. คุณสมบัติของผู้รับจ้างติดตั้งระบบปรับอากาศและผลิตภัณฑ์เครื่องปรับอากาศ

- ผู้รับจ้างติดตั้งระบบปรับอากาศ จะต้องเป็นผู้แทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งโดยตรง จากบริษัทผู้ผลิตหรือผู้แทนจำหน่ายหลักของเครื่องปรับอากาศ และต้องไม่เคยมีรายชื่อในรายนามบริษัทที่ทิ้งงานราชการ ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งระบบปรับอากาศรวมทั้งระบบไฟฟ้าของระบบปรับอากาศโดยช่างผู้ชำนาญ และจะต้องมีวิศวกรเครื่องกลที่มีใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม เป็นผู้ควบคุมการติดตั้ง อีกทั้งระบบปรับอากาศและผลิตภัณฑ์เครื่องปรับอากาศที่เสนอใช้ในโครงการจะต้องเป็นยี่ห้อที่ใช้แพร่หลายในประเทศไทยมาแล้วไม่น้อยกว่า 10 ปี และคิดเป็นจำนวนตันความเย็นไม่น้อยกว่า 2,000 ตันความเย็น
- ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดต่างๆ เพื่อประกอบการพิจารณา ดังต่อไปนี้
  1. แคตตาล๊อก ตัวจริง ที่แสดงรายละเอียดทางวิศวกรรมของตัวเครื่องปรับอากาศ วัสดุ และอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่กำหนดในแบบ และรายการประกอบแบบทั้งหมด
  2. ก่อนเข้าดำเนินการติดตั้ง ให้ผู้รับจ้างเสนอแบบรายละเอียดการติดตั้ง (SHOP DRAWING) มาให้เป็นผู้ว่าจ้างหรือวิศวกรผู้ออกแบบ เพื่อตรวจสอบก่อนดำเนินการติดตั้ง โดยต้องแนบสำเนาใบประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมของวิศวกรเครื่องกลที่ควบคุมการติดตั้ง เพื่อประกอบการพิจารณาด้วย ในกรณีที่ไม่เสนอแบบรายละเอียดการติดตั้ง(SHOP DRAWING)

  เพื่อขออนุมัติ จะไม่ได้รับอนุญาตให้เข้าดำเนินการติดตั้ง

1.3. การดำเนินงาน

ผู้รับจ้างจะต้องใช้วิศวกรรมเครื่องกล ซึ่งเป็นบุคลากรของบริษัทเอง มาทำการควบคุมการติดตั้ง หรือว่าจ้างผู้ที่มีความชำนาญการติดตั้งมาควบคุมการติดตั้ง ตามแบบแปลนที่ได้รับการอนุมัติเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่างวัสดุที่จะใช้งานทุกอย่างมาขออนุมัติการใช้งาน จากวิศวกรผู้ออกแบบก่อนทำการติดตั้ง

1.4. การรับประกันและการบำรุงรักษา

- ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันระบบปรับอากาศทั้งระบบ ที่ทำการติดตั้งเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 1 ปี นับจากวันส่งมอบงานงวดสุดท้าย โดยระบบปรับอากาศจะต้องทำงานได้ถูกต้องทุกประการ
- ผู้รับจ้างจะต้องส่งช่างเข้าบริการทุก 2 เดือน หลังการส่งมอบงาน และเปิดใช้งาน พร้อมเอกสารการตรวจเช็ค ให้ผู้ว่าจ้างรับรองการเข้าบริการทุกครั้ง จนครบกำหนดการรับประกัน

- ในช่วงเวลาการรับประกันนี้ หากระบบปรับอากาศมีข้อขัดข้อง ทางผู้ว่าจ้าง จะต้องแจ้งรายการข้อขัดข้องอย่างละเอียด ต่อผู้รับจ้างเป็นรายลักษณ์อักษร และผู้รับจ้างจะต้องส่งช่างเข้าตรวจสอบ ภายใน 3 วันทำการเมื่อได้รับเอกสารจากทางผู้ว่าจ้าง

1.5. โรงงานผู้ผลิต เป็นผลิตภัณฑ์ของ

- MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES
- MITSUBISHI ELECTRIC
- DAIKIN
- SAMSUNG
- GREE
- หรือเทียบเท่า

2. คุณลักษณะทางเทคนิค

เครื่องปรับอากาศระบบน้ำยารวมศูนย์ (Multi spilt type air conditioning unit) เป็นแบบขยายตัวรับความร้อนโดยตรง ระบายความร้อนด้วยอากาศ (DIRECT EXPANSION AIR-COOLED SPILT SYSTEM) ซึ่งคอนเดนซิ่งยูนิต 1 ชุดสามารถต่อกับเครื่องเป่าลมเย็นได้หลายชุด ใช้สารทำความเย็น R-22/R-410A มีสมรรถนะตามที่กำหนดในแบบและมีรายละเอียดข้อกำหนดของตัวเครื่องปรับอากาศ ดังต่อไปนี้

2.1. คอนเด็นซิ่งยูนิต (CONDENSING UNIT) ระบายความร้อนด้วยอากาศ ประกอบเรียบร้อยทั้งชุดมา จากโรงงานผู้ผลิตในประเทศไทย ,ญี่ปุ่น, สหรัฐอเมริกา หรือยุโรป ซึ่งเมื่อติดตั้งประกอบเข้ากับเครื่องส่งลมเย็นตามคำแนะนำของผู้ผลิตและมีหลักฐานยืนยันแล้ว จะต้องสามารถทำความเย็นรวม (Matching capacity) ได้ตามข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์ ที่สภาวะอากาศเข้าคอยล์ร้อน (Cooling coil) อุณหภูมิ 27°CDB, 19oCWB และอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อน (Condenser coil) อุณหภูมิ 35°CDB โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ส่วนโครงภายนอก (CASING , CARBINET) เป็นแบบเป่าลมร้อนขึ้นด้านบนหรือด้านข้าง ทำด้วยแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการกันสนิมและกระบวนการเคลือบอบ/สี หรือวัสดุที่ทนต่อการเป็นสนิม เช่น ไฟเบอร์กลาส หรือพลาสติกอัดแข็งที่เหมาะสำหรับการติดตั้งกลางแจ้ง ตัวโครงจะต้องมั่นคงแข็งแรง ไม่สั่นสะเทือน หรือเกิดเสียงดังเมื่อใช้งาน
- คอมเพรสเซอร์ (COMPRESSOR) เป็นแบบก้นหอยมอเตอร์หุ้มปิด (HERMETIC SCROLL TYPE) โดยมีชุด INVERTER แบบ IGBT (INSULATED GATE BIPOLAR TRANSISTER) ควบคุมการเปลี่ยนความเร็วรอบของมอเตอร์ ระบายความร้อนด้วยน้ำยาและที่มอเตอร์มีอุปกรณ์ป้องกันในกรณีที่เกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์ ในกรณีที่คอนเดนซิ่งยูนิตมีขนาดทำความเย็นเกินกว่า 72,000 Btu/hr ให้มีจำนวนคอมเพรสเซอร์ตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไป คอมเพรสเซอร์แต่ละชุดต้องติดตั้งอยู่บนฐานที่แข็งแรงและมีลูกยางกันกระเทือนรองรับ
- การควบคุมสมรรถนะของเครื่องทำงานโดยอัตโนมัติด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ปรับ-เพิ่มลดการทำงานของเครื่องขึ้น-ลงตามภาระโหลดด้วยระบบ Inverter
- คอยล์ของคอนเด็นเซอร์ (CONDENSER COIL) เป็นท่อทองแดงชนิดมีร่องเกลียวภายใน (Inner grooved tubing) ที่ถูกอัดเข้ากับครีบอลูมิเนียมชนิด Louver fins type ที่เคลือบสาร PE ป้องกันการกัดกร่อนซึ่งจะต้องเรียงเป็นระเบียบเรียบร้อยยึดแน่นกับท่อทองแดง และผ่านการทดสอบรอยรั่วและขจัดความชื้นมาจากโรงงานผลิต
- พัดลมของคอนเด็นเซอร์ เป็นแบบใบพัดแฉก (PROPELLER) ได้รับการถ่วงสมดุล Statically หรือ Dynamically balanced มาเรียบร้อยมาจากโรงงานผู้ผลิต ขับเคลื่อนโดยตรงจากมอเตอร์ มีตะแกรงโปร่งป้องกันอุบัติเหตุ

- มอเตอร์พัดลม เป็นแบบหุ้มปิดมิดชิด (Weather proof) มีอุปกรณ์ป้องกันการเกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์ มีระบบรองลื่น แบบตลับลูกปืน หรือแบบปลอก ที่มีการหล่อลื่นระยะยาว
- อุปกรณ์ป้องกันและควบคุมเพื่อความปลอดภัยเป็นแบบใช้ไฟฟ้า ทำงานโดยอัตโนมัติควบคุมด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ทำให้เครื่องหยุดการทำงานได้เองเมื่อมีความผิดปกติเกิดขึ้น เช่น ความดันในระบบน้ำยาสูงเกินไป คอมเพรสเซอร์มีอุณหภูมิสูงเกินไป เป็นต้น
- ระบบควบคุม มีแมกเนติกคอนแทรคเตอร์ , เครื่องป้องกันเมื่อความดันสูงเกินเกณฑ์ (HIGH PRESSURE CUT OUT) และมีฟิวส์ป้องกันวงจรควบคุม
- ใช้ระบบไฟฟ้า 380 V / 3 Ø / 50 Hz อุปกรณ์อื่นๆในเครื่องระบายความร้อนมีดังนี้
  - Magnetic contactor
  - Crankcase heater
  - Oil separator
  - Accumulator
  - Receiver
  - Strainer
  - Refrigerant charging port
- อุปกรณ์ในระบบป้องกัน

  - แผงควบคุมการทำงานและการป้องกันแบบอิเล็กโทรนิกส์ การเดินสายไฟและสายควบคุมต่างๆภายในแผงจะต้องติดตั้งเสร็จเรียบร้อยมาจากโรงงานผู้ผลิต

  - Internal thermostat สำหรับมอเตอร์พัดลมและคอมเพรสเซอร์

  - Over current protection สำหรับคอมเพรสเซอร์

  - Phase protection

  - High pressure switch

  - Low pressure switch

2.2. เครื่องส่งลมเย็น (FAN COIL UNIT) ประกอบเรียบร้อยทั้งชุดมาจากโรงงานผู้ผลิตในประเทศไทย , ญี่ปุ่น , สหรัฐอเมริกา หรือยุโรป และเป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกับคอนเด็นซิ่งยูนิต โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ส่วนโครงภายนอก เป็นแบบที่ตกแต่งเสร็จ ทำด้วยแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการเคลือบและอบสีหรือวัสดุที่ทนต่อการเป็นสนิม เช่น ไฟเบอร์กลาส พลาสติกอัดแรง ภายในบริเวณที่จำเป็นให้บุด้วยฉนวนยางหรือฟองน้ำหรือวัสดุเทียบเท่า มีถาดน้ำทิ้งที่หุ้มด้วยฉนวนดังกล่าวในการใช้งานปกติจะต้องไม่เกิดหยดน้ำเกาะที่ภายนอกของตัวโครง และถ้าเป็นชนิดเป่าลมเย็นโดยตรง (FREE BLOW) ต้องมีหน้ากากจ่ายลม สามารถปรับทิศทางการจ่ายลมได้
- พัดลมส่งลมเย็น เป็นพัดลมแบบหอยโข่ง (CENTRIFUGAL, TURBO FAN) หรือแบบใบพัดยาว (CROSS FLOW FAN) ขับเคลื่อนโดยตรงหรือผ่านสายพานด้วยมอเตอร์ ได้รับการถ่วงสมดุล Statically หรือ

Dynamically balanced มาเรียบร้อยมาจากโรงงานผู้ผลิต และสามารถปรับความเร็วได้ ไม่น้อยกว่า 2 อัตรา มอเตอร์พัดลมที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 แรงม้าขึ้นไปต้องมีเครื่องช่วยสตาร์ทแบบ Direct-On-Line-Starter

- มอเตอร์ เป็นชนิด INDUCTION HOLD IC CONTROL หรือ SPLIT CAPACITOR ที่มีอุปกรณ์ภายในป้องกันความร้อนสูงเกินเกณฑ์
- คอยล์เย็น (EVAPORATOR COIL) เป็นท่อทองแดงชนิดมีร่องเกลียวภายใน (Inner grooved tubing) ที่ถูกอัดเข้ากับครีบอลูมิเนียมชนิด Louver fins type ซึ่งจะต้องเรียงเป็นระเบียบเรียบร้อยยึดแน่นกับท่อทองแดง และผ่านการทดสอบรอยรั่วจากโรงงานผู้ผลิต
- อุปกรณ์จ่ายสารทำความเย็นเป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์เอ็กแปนชั่นวาล์ว (ELECTRONIC EXPANSION VALVE)
- ระบบควบคุม มีสวิทช์ เปิด ปิด เครื่องและปรับความเร็วรอบพัดลม พร้อมทั้งสวิตช์เทอร์โมสแตต อยู่ที่เครื่องหรือเป็นแบบตั้งแยก (REMOTE TYPE)ที่ต่อสายส่งสัญญานควบคุมการทำงาน ระหว่างเครื่องส่งลมเย็นกับชุดควบคุมการทำงาน (CONTROLLER) เป็นแบบ NON POLARITYด้วยสาย 2 แกน
- แผงกรองอากาศเป็นแบบอลูมิเนียม , ใยสังเคราะห์ หรือ RESIN NET ที่สามารถถอดล้างทำความสะอาดได้
- อุปกรณ์ประกอบของเครื่องส่งลมเย็น มีดังนี้
  - แผงสวิทย์ควบคุมการทำงานประกอบด้วย สวิทย์ปิด-เปิด สัญญาณแสดงการทำงาน ปุ่มปรับการทำงานอื่นๆ
  - แผงควบคุมอุณหภูมิ และอุณหภูมิแบบ อิเล็กโทรนิกส์ การเดินสายไฟและสายควบคุมต่างๆภายในแผงจะต้องติดตั้งเสร็จเรียบร้อยมาจากโรงงานผู้ผลิต
  - มีขั้วต่อสำหรับรับสัญญาณภายนอกเพื่อสั่งการเปิด-ปิดจาก Toggle Switch ทั่วไปได้ และสามารถรีโมทสัญญาณเพื่อแสดงสถานะของการทำงานของเครื่องไปยังภายนอกได้
  - มีระบบตรวจข้อบกพร่อง ทำให้เครื่องหยุดทำงานได้เองโดยอัตโนมัติ เมื่อมีความผิดปกติเกิดขึ้นและแจ้งข้อบกพร่องให้ทราบที่แผงสวิทย์ควบคุม
- ใช้ระบบไฟฟ้า 220 V / 1 Ø / 50 Hz

3 ระบบไฟฟ้าสำหรับเครื่องปรับอากาศระบบรวมศูนย์

3.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศตามแบบ และรายการประกอบนี้ และอื่น ๆ ที่จำเป็นที่มิอาจได้กำหนดไว้ โดยการติดตั้ง ทั้งหมดต้องเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้า ฯ หรือมาตรฐาน NEC.

3.2 สวิตช์อัตโนมัติ ในตู้แผงสวิตช์เมน และสวิตช์อัตโนมัติย่อย (LOAD CENTER) ให้ดูจากข้อกำหนดของงานไฟฟ้า

3.3 สายไฟฟ้าทั้งหมดให้ใช้สายทองแดงหุ้มฉนวน ที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก.11-2531 ยกเว้นสายไฟฟ้าภายในตัวเครื่องปรับอากาศ หรือที่ส่วนประกอบของอุปกรณ์ที่เป็นผลิตภัณฑ์จากต่างประเทศเท่านั้น อาจเป็นผลิตภัณฑ์ของประเทศนั้น ๆ ได้

3.4 ชนิดของสายไฟฟ้า หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ใช้ดังนี้

- สายไฟฟ้าเมนให้ใช้ชนิด THW 750 V. 70 °C PVC TYPE – A
- สายไฟฟ้าคอนโทรลให้ใช้ชนิด VCT 750 V. 70 °C PVC

3.5 ขนาดสายไฟฟ้าแมนเครื่องปรับอากาศ หากมิได้กำหนดไว้ ขนาดสายไฟฟ้าจะต้องเป็นขนาดที่รับกระแสได้ไม่ต่ำกว่า 125% ของกระแสใช้งานเต็มที่ (FULL LOAD) และขนาดเล็กสุด 2.5 ตร.มม.

3.6 ขนาดสายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ปรับความเร็วลม ให้ใช้สายไฟฟ้าขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตร.มม.

3.7 ขนาดของสายไฟฟ้าคอนโทรล ให้ใช้สายไฟฟ้าขนาดไม่เล็กกว่า 1 ตร.มม.

3.8 การติดตั้งระบบสายดินตัวเครื่องปรับอากาศที่เป็นโลหะ ในการทำงานปกติต้องไม่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน (NON CURRENT – CARRYING METAL PARTS OF SYSTEM OF EQUIPMENT) ขนาดสายดิน ให้เป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้า ฯ หรือที่กำหนดในแบบ

3.9 ท่อร้อยสายไฟฟ้า ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก.

3.10 การเดินสายไฟฟ้า หากไม่ได้กำหนดไว้ ต้องเดินสายในท่อ EMT หรือ IMC ขนาดและจำนวนสายในท่อ ให้เป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้า ฯ หรือที่กำหนดในแบบ

3.11 การตัดต่อสายไฟฟ้า ต้องทำในกล่องต่อสาย กล่องสวิตช์ หรือรางเดินสายเท่านั้น ตำแหน่งที่ทำการต่อสายไฟฟ้า ต้องอยู่ในตำแหน่งที่สามารถทำการตรวจสอบหรือซ่อมบำรุงได้ง่าย

3.12 การเชื่อมต่อสายไฟฟ้าขนาดไม่เกิน10 ตร.มม. ให้ใช้ WIRE NUT หรือ SCOTT LOCK ขนาดโตกว่า10 ตร.มม. ให้ใช้ SPLIT BOLT หรือ BOLT หรือ SLEEVE พันด้วยเทปไฟฟ้า ให้มีฉนวนเทียบเท่าฉนวนของสายไฟฟ้า

3.13 การเดินสายไฟฟ้าเข้ากับมอเตอร์ ของแฟนคอยล์ยูนิต หรือ คอนเด็นซิ่งยูนิต ให้เดินร้อยสายใน FLEXIBLE CONDUIT

3.14 ท่อร้อยสายไฟฟ้า ที่เดินซ่อนไว้เหนือฝ้าเพดาน หรือเดินเกาะเพดาน หรือฝังในผนัง ให้ใช้ท่อ EMT

3.15 ท่อร้อยสายไฟฟ้า ที่เดินฝังในคอนกรีตหรือนอกอาคาร ให้ใช้ท่อ IMC

3.16 ท่อร้อยสายไฟฟ้าคอนโทรล ให้ใช้ท่อEMT หรือ ท่อพี.วี.ซี. สีเหลือง ชั้น 8.5 ตาม ม.อ.ก.216

3.17 การปรับปริมาณอากาศและการทดสอบ

3.17.1 เมื่อติดตั้งระบบปรับอากาศเสร็จเรียบร้อยแล้ว ถ้ามีระบบท่อลม และหัวจ่ายลมแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องปรับปริมาณอากาศ ให้เท่ากับปริมาณที่กำหนดไว้ในแบบ โดยที่ยอมให้มีความแตกต่างได้ไม่เกินร้อยละ 10 และอากาศที่ออกมาจากแต่ละหัวจ่าย จะต้องสมดุลกันทุกทิศทาง การปรับปริมาณลมนั้น ให้ปรับที่แผ่นของลมเลี้ยว (Spliter) หรืออาจจะปรับที่ชุดแผ่นรับปริมาณลม ที่หัวจ่ายลมก็ได้ แต่ต้องไม่ให้เกิดเสียงดัง

3.17.2 การทดสอบ ให้กระทำโดยตรวจวัดข้อมูลต่างๆ ทางวิศวกรรมที่สำคัญๆ เช่น ความดันของสารทำความเย็น กระแสไฟฟ้าที่ใช้ของมอเตอร์ทุกตัว ปริมาณลมที่หัวจ่ายลมทุกหัว อุณหภูมิในห้องปรับอากาศ อุณหภูมิที่ออกจากคอยล์เย็น อุณหภูมิภายนอก อุณหภูมิก่อนเข้าและออกจากคอนเด็นซิ่งยูนิต การทำงานของเทอร์โมสแตท และสวิตช์คอนโทรลต่างๆ เป็นต้น โดยผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการทดสอบดังกล่าว โดยมีตัวแทนของผู้ว่าจ้างมาทำการควบคุม และลงนามกำกับแบบฟอร์มการทดสอบ เพื่อเสนอต่อผู้ว่าจ้าง ในการส่งมอบงานระบบปรับอากาศงวดสุดท้าย ค่าใช้จ่ายในการทดสอบ ซึ่งรวมถึงค่ากระแสไฟฟ้า ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

4 การส่งมอบ

ผู้รับจ้าง ต้องแนบรายการ และรายละเอียดของการทดสอบ พร้อมทั้งแสดงการติดตั้งจริง (ASBUILT DRAWING) ทั้งระบบ พร้อมทั้งคู่มือการใช้งาน หากระบบคอนโทรลเป็นระบบพิเศษ หรือมีขนาดใหญ่กว่า 15 ตันความเย็น จะต้องทำ DIAGRAM แสดงวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ เคลือบด้วยพลาสติกใสติดไว้ที่ตู้ควบคุม

หมวดที่ 7 ตารางรายการวัสดุ (VENDER LIST)

แบบรูปรายการที่ปรากฏ ต้องยึดรายละเอียดตามรายการประกอบแบบตามที่ผู้ออกแบบกำหนดเท่านั้น ให้พิจารณาวัสดุตามลำดับ วัสดุของแต่ละบริษัท ที่กำหนด 1, 2, และ 3 ตามลำดับ หากไม่มีสินค้าตามที่ระบุข้างต้น ผู้รับจ้างสามารถนำเสนอเทียบเท่าวัสดุอุปกรณ์ในการก่อสร้างได้ โดยการเทียบเท่าให้ปฏิบัติตามระเบียบ ข้อกำหนดข้อ 1.5

7.1 งานสถาปัตยกรรม และสถาปัตยกรรมภายใน

สัญลักษณ์	รายการ	Vender 1	Vender 2	Vender 3	หมายเหตุ
F1	พื้นกระเบื้องยางป้องกันไฟฟ้าสถิตย์ ชนิดม้วน หนา 2 ม.ม. สีระบุตามแบบ	POLYFLOOR	TARGETT	BFM	เทียบเท่าหรือดีกว่า
F2	พื้นกระเบื้องพอร์เลน	COTTO	RCI	CASAROCCA	เทียบเท่าหรือดีกว่า
F3	พื้นระบบกันซึม	DURACRETE	CONPRO	TOA	เทียบเท่าหรือดีกว่า
P1	ผนังเสริมความแข็งแรง 4 ชั้น ค่ากันเสียงที่ 53 STC	SCG	TRANDER	GYPROC	เทียบเท่าหรือดีกว่า
P2	ผนังเสริมความแข็งแรง 4 ชั้น ค่ากันเสียงที่ 56 STC	SCG	TRANDER	GYPROC	เทียบเท่าหรือดีกว่า
P3	ผนังปิดผิวแผ่นลามิเนต	KEMINATES	PANELPLUS	BFM, FORMICAR	เทียบเท่าหรือดีกว่า
P4	ผนังแผ่นเหล็กรีดลอน	MUNKONG STEEL	สรรไท	LYSAGHT	เทียบเท่าหรือดีกว่า
P5	ผนังแผ่นอะคริลิกโปร่งแสง หนา 6 มม. แสงผ่านที่ 50 %	SHINKOLITE	TITAN	SUMIPLEX	เทียบเท่าหรือดีกว่า
P6	ผนังแผ่นคอมโพสิต FR หนา 4 ม.ม. สีตามระบุในแบบ	APOLIC	FAMELINE	ATIS	เทียบเท่าหรือดีกว่า
C1	ฝ้ายิปซั่มบอร์ดภายนอกอาคาร หนา 9 มม.ขอบลาด 4 ด้าน	SCG	KNAUF	GYPROC	เทียบเท่าหรือดีกว่า
C2	แผ่นฝ้าอะคูสติกบอร์ด วัสดุใยแร่ Mineral Fiber หนา 16 มม.	SCG	KNAUF	GYPROC	เทียบเท่าหรือดีกว่า
	สีทาภายใน ประเภท Aclylic water สูตร Anti-bac เกรด 15 ปี	TOA	JOTAN	NIPPON PAINT	เทียบเท่าหรือดีกว่า
	สีทาภายนอก ประเภท Ceramic coating ป้องกันความร้อน	TOA	JOTAN	NIPPON PAINT	เทียบเท่าหรือดีกว่า

	สีทาฝ้าเพดาน ประเภท Aclylic water สูตร	TOA	JOTAN	NIPPON PAINT	เทียบเท่าหรือดีกว่า
	สีทาโครงสร้างเหล็ก	TOA	JOTAN	NIPPON PAINT	เทียบเท่าหรือดีกว่า
	สีทากันสนิม	TOA	JOTAN	NIPPON PAINT	เทียบเท่าหรือดีกว่า
R1	หลังคาแบนสำเร็จรูป วัสดุกันซึมชนิด ฉนวน EPS หนา 50 มม.	FLAC			เทียบเท่าหรือดีกว่า
R2	เหล็กรีดลอนใส้ฉนวนPU 25มม.	MUNKONG STEEL	สรรไท	LYSAGHT	เทียบเท่าหรือดีกว่า
	อ่างล้างเครื่องมือแพทย์	COTTO	TOTO	MOGEN	เทียบเท่าหรือดีกว่า
	ก๊อกเดี่ยวก้านปัดติดผนัง (ปากก๊อกยาว 30 ซม. ก้านปัดยาว)	COTTO	TOTO	MOGEN	เทียบเท่าหรือดีกว่า
	อ่างล้างหน้า และตู้เก็บของใต้อ่างล้างหน้าแบบแขวนผนัง	COTTO	TOTO	MOGEN	เทียบเท่าหรือดีกว่า
	ก๊อกเดี่ยวอ่างล้างหน้าแบบก้านปัด	COTTO	TOTO	MOGEN	เทียบเท่าหรือดีกว่า
	ซิงค์ฝัง 2 หลุม สแตนเลส304 หนาไม่น้อยกว่า 1.2 ม.ม. 2 หลุม ขนาดไม่น้อยกว่า 75 x 46 x 23 ม.	DYNA HOME	MEX	TEKA	เทียบเท่าหรือดีกว่า
	ท่อน้ำทิ้งอ่างล้างหน้าแบบกระปุก ขนาด 30 ซม. โครเมียม	AMERICAN STANDARD	COTTO	HAFELE	เทียบเท่าหรือดีกว่า
	สะดืออ่างล้างหน้าแบบกด โครเมียม	AMERICAN STANDARD	COTTO	HAFELE	เทียบเท่าหรือดีกว่า
	สต็อปวาล์ว แบบ 1 ทางน้ำออก ทองเหลือง สีโครเมียม	HAFELE	AMERICAN STANDARD	COTTO	เทียบเท่าหรือดีกว่า
D1	ประตูอลูมิเนียม บานเลื่อนเดี่ยว + ช่องแสง ขนาด 1.20 x 2.20 + 0.80 x 2.20 ม.	ARM / WINWORTH	CENZA / MAENUM	MUANGTHONG	เทียบเท่าหรือดีกว่า
	อุปกรณ์รางเลื่อน มือจับ	HAFELE	VVP	มาตรฐานผู้ผลิตบาน	
D2	ประตูไม้เทียม บานเลื่อนเดี่ยว ขนาด 1.30 x 2.30	BUMRUNGTHAI	BWOOD	UNIX	เทียบเท่าหรือดีกว่า
	อุปกรณ์รางเลื่อน มือจับ	HAFELE	VVP	มาตรฐานผู้ผลิตบาน	

D3	ประตูไม้เทียม บานเลื่อนเดี่ยว ขนาด 1.10 x 2.30	BUMRUNGTHAI	BWOOD	UNIX	เทียบเท่าหรือดีกว่า
	อุปกรณ์รางเลื่อน มือจับ	HAFELE	VVP	มาตรฐานผู้ผลิตบาน	
D4	ประตูไม้เทียม บานเลื่อนเดี่ยว ขนาด 1.00 x 2.30	BUMRUNGTHAI	BWOOD	UNIX	เทียบเท่าหรือดีกว่า
	อุปกรณ์รางเลื่อน มือจับ	HAFELE	VVP	มาตรฐานผู้ผลิตบาน	
D5	ประตูไม้เทียมภายนอก บานสวิงเดี่ยว ขนาด 0.90 x 2.20	BUMRUNGTHAI	BWOOD	UNIX	เทียบเท่าหรือดีกว่า
	อุปกรณ์รางเลื่อน มือจับ	HAFELE	VVP	มาตรฐานผู้ผลิตบาน	
D6	ประตูไม้เทียม บานสวิงเดี่ยว ขนาด 0.80 x 2.20	BUMRUNGTHAI	BWOOD	UNIX	เทียบเท่าหรือดีกว่า
	อุปกรณ์รางเลื่อน มือจับ	HAFELE	VVP	มาตรฐานผู้ผลิตบาน	
D7	ประตูอลูมิเนียม บานสวิงคู่ ขนาด 1.80 x 2.20 ม. พร้อมอุปกรณ์บานเปิด มือจับ ครบชุด	ARM / WINWORTH	CENZA / MAENUM	MUANGTHONG	เทียบเท่าหรือดีกว่า
D8	ประตู UPVC ภายนอก ขนาด 2.20 x 2.00 ม. พร้อมอุปกรณ์บานเปิด กุญแจเอ็นจิเนียร์ ครบชุด	BUMRUNGTHAI	BWOOD	UNIX	เทียบเท่าหรือดีกว่า
D9-D10	ผนังบานเลื่อนกั้นห้องกันเสียง สูง 2.80 ม. หนา 110 ม.ม. พร้อมอุปกรณ์ ครบชุด	PARTITION	FINN OPERABLE WALL	HUFCOR	เทียบเท่าหรือดีกว่า
W1	หน้าต่างอลูมิเนียม บานกระทุ้ง + ช่องแสง ขนาด 1.40 x 0.60 +0.80 x 0.60 ม. พร้อมอุปกรณ์ครบชุด	ARM / WINWORTH	CENZA / MAENUM	MUANGTHONG	เทียบเท่าหรือดีกว่า
M1	ฉนวนใยแก้วกันความร้อนปิดผิวด้วยฟอยล์ หนา 150 มม.	SCG	MICROFIBER	ROCKWOOL	เทียบเท่าหรือดีกว่า
M2	ราวกันกระแทก (WALLGUARD)VINYLCOVER หนา 2 มม. โครงอลูมิเนียมหนา 1.6 มม. เป็นวัสดุ Anti Bacterial	KT	TSi	WALLGUARD C5	เทียบเท่าหรือดีกว่า

M3	คิ้วสแตนเลสตัวยู ขนาด 10x10 mm. | Length: 2.4 m. | Thickness: 0.8 mm. สีเงิน	APH	KIRIN	NARA	เทียบเท่าหรือดีกว่า
M4	คิ้วสแตนเลสพับฉากขึ้นรูปตามแบบ ขนาด 50x25 mm.|| Thickness: 0.8 mm. สีเงิน	APH	KIRIN	NARA	เทียบเท่าหรือดีกว่า
M5	ไม้เชิงชายสำเร็จรูป ขนาดไม่น้อยกว่า 200 มม. หนา ไม่น้อยกว่า 15 มม. สีซีเมนต์ ทาสีทาไม้ สีดำ	SCG	CONWOOD	SHERA	เทียบเท่าหรือดีกว่า
M6	ผ้าม่าน ป้องกันเชื้อแบคทีเรีย 99% กันน้ำ และไม่ลามไฟ ด้านบนเป็นผ้าโปร่งระบายอากาศ ด้านล่างเป็นผ้าทึบ รางอลูมิเนียม หนา 1.5 มม. สีขาว ความยาวรวม 24.70 ม.	KACEE	PASAYA		เทียบเท่าหรือดีกว่า
M7	ไฟ LED STRIP LIGHT	PHILIPS	LAMPTAN	PANASONIC	เทียบเท่าหรือดีกว่า
M8	แผ่นอะคลิลิค สีขาวขุ่น หนาไม่น้อยกว่า 4 มม. และ 6 มม.	SHINKOLITE			เทียบเท่าหรือดีกว่า
M9	VINYL SCREEN ขนา 3.00 x 2.75 ม. ความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,400 DPI	OCTOPUS	HL VISTION	LOGO MASTER	เทียบเท่าหรือดีกว่า
M10	ป้ายตัวอักษรอะคลิลิค ติดสติกเกอร์ CNC ตามแบบ	OCTOPUS	HL VISTION	LOGO MASTER	เทียบเท่าหรือดีกว่า
M11	ป้ายตัวอักษรสแตนเลส พับขอบไม่น้อยกว่า 10 มม. และ 25 มม. ขึ้นรูปตามแบบ	OCTOPUS	HL VISTION	LOGO MASTER	เทียบเท่าหรือดีกว่า
ST1	หินเทียม สีขาว ลายหินอ่อน หนาไม่น้อยกว่า 20 มม. ขึ้นรูปตามแบบ	ศิลาตาก	STONESURFACE	FAREAST	เทียบเท่าหรือดีกว่า
	บัวขอบผนังกับพื้น เสริมแรงด้วย Fiber Glass Mesh ขึ้นไปบนผนังสูงอย่างน้อย 10 ซม. ความหนาไม่น้อยกว่า 1 มม.	DURACRETE	CONPRO	TOA	เทียบเท่าหรือดีกว่า
	RD ระบายน้ำ หัวโดมทองเหลือง 4 "	KNACK	COTTO	AMERICAN	เทียบเท่าหรือดีกว่า

	เฟอร์นิเจอร์ลอยตัว	MODERNFORM	ROCKWORTH	SKSMARTIDEA, PRACTIKA	เทียบเท่าหรือดีกว่า
	เฟอร์นิเจอร์ Built-in / Fix in	GRAND UB	ROCKWORTH	SKSMARTIDEA, PRACTIKA	เทียบเท่าหรือดีกว่า

7.2 งานวิศวกรรมโครงสร้าง

ส่วนของอาคารที่ต้องทำระบบกันซึม	รุ่นและยี่ห้อ
• พื้นชั้นใต้ดิน	BRUSHBOND ของ FOSROC, HYDROSEAL ของ DURACRETE, SIKATOPSEAL 107 ของ SIKA, W.P. EXTRA ของ VISPACK หรือเทียบเท่า
• CONSTRUCTION JOINT ทั่วไป	SUPERCAST ของ FOSROC, EXSEL S ของ DURACRETE , SIKA SWELL P PROFILES ของ SIKA, ADCOR 500 S ของ GRACE หรือเทียบเท่า
• CONSTRUCTION JOINT รางน้ำ บ่อน้ำ	THIOFLEX 600 ของ FOSROC, SIKA PRO 2 P ของ SIKA, PARASEAL ของ GRACE หรือเทียบเท่า
• EXPANSION JOINT	EXPOBAND H45 ของ FOSROC, COMBIFLEX ของ SIKA, MASTERFLEX 3000 ของ BASF หรือเทียบเท่า
• KING POST FILL	CJ 2025 ของ RAWELL + PATCH'N PLUG + CONCENTRATE ของ XYPEX, PENETRON+PENEBAR SW-45 ของ ULTECH, VIBOND EVERCRETE + VIBOND W.P. EXTRA 3 COAT ของ VISPACK หรือเทียบเท่า
• WATER STOP สำหรับ EXPANSION JOINT	FOSBAR PVC ของ FOSROC, DUMBELT ของ DURACRETE, UA WATER STOP ของ UNION ASSOCIATES,

	SIKA JOINT RIBBON ของ SIKA หรือเทียบเท่า
• WATER STOP สำหรับ CONSTRUCTION JOINT	SUPERCAST ของ FOSROC, EXSEL S ของ DURACRETE, SIKA SWELL PROFILES ของ SIKA, ADCOR 500 S ของ GRACE หรือเทียบเท่า
• ถังเก็บน้ำใต้ดิน	CONCENTRATE ของ XYPEX, HYDROSEAL ของ DURACRETE, BRUSHBOND ของ FOSROC, SIKATOPSEAL 107 ของ SIKA หรือเทียบเท่า
• บ่อลิฟท์	CONCENTRATE ของ XYPEX, DURASEAL CSL ของ DURACRETE, BRUSHBOND ของ FOSROC VIBOND EVERCRETE ของ VISPACK หรือเทียบเท่า
• บ่อสูบน้ำ	CONCENTRATE ของ XYPEX, DURASEAL CSL ของ DURACRETE, BRUSHBOND ของ FOSROC VIBOND EVERCRETE ของ VISPACK หรือเทียบเท่า

7.3 งานวิศวกรรมระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

รายละเอียด	ผลิตภัณฑ์
LOW VOLTAGE CIRCUIT BREAKER	ABB SCHNEIDER SIEMENS
LOW VOLTAGE MAIN DISTRIBUTION BOARD AND SUB DISTRIBUTION BOARD MANUFACTURER	PMK ASEFA TIC ES INTERNATIONAL
PANEL BOARD	ABB SCHNEIDER EATON SIEMENS BTICINO
DIGITAL METER	E-POWER JANITZA SIEMENS SCHNEIDER CROMPTON LOVATO RTR
สายไฟฟ้า	THAI YAZAKI PHELPS DODGE

รายละเอียด	ผลิตภัณฑ์
	BANGKOK CABLE
FIRE RESISTANCE CABLE	STUDER (BETAflam) PIRELLI (PRYSMIAN) THAI YAZAKI PHELPS DODGE
CONDUIT (METALLIC)	PANASONIC ARROWPIPE TAS ABSO UI
CONDUIT (NON METALLIC)	TAP SCG ท่อน้ำไทย CLIPSAL HACO UNIVOLT TGG ASIA VISAWAPANT TAP
WIREWAY & CABLE TRAY	BSM SMC TAS UI

รายละเอียด	ผลิตภัณฑ์
	ASEFA TIC BASOR
โคมไฟภายในอาคาร	L&E HILIGHT PHILIPS
โคมไฟฟ้าภายนอกอาคาร	L&E UNILAMP LIGMAN PHILIPS HILIGHT
หลอดไฟ	PHILIPS PANASONIC TOSHIBA
ขั้วหลอด	PANASONIC PHILIPS GE
Driver LED	MEANWELL PHILIPS SYLVANIA OSRAM

รายละเอียด	ผลิตภัณฑ์
	TOSHIBA
BATTERY LIGHT (EMERGENCY LIGHT,EXIT SIGN, LED EXIT SIGN)	CEE MAXBRIGHT SUNNY SAFEGUARD BRIGHTER IMPACT OLYMPIA ELECTRONIC
BATTERY UNIT FOR EMERGENCY LIGHT	PANASONIC GS YUASA
SWITCH AND OUTLET	PANASONIC BTICINO SCHNEIDER HACO
POWER OUTLET	PANASONIC BTICINO SCHNEIDER HACO MENEKES EAGLE
FIRE ALARM SYSTEM	SIMPLEX EDWARDS NOTIFIER

รายละเอียด	ผลิตภัณฑ์
	SECUTRON
DATA TERMINAL	COMMSCOPE-NETCONNECT FURUKAWA PANDUIT
DATA CABLE	AMP (COMMSCOPE-NETCONNECT) LINK LIMAZ BELDEN
DATA OUTLET	COMMSCOPE-NETCONNECT PANASONIC BTICINO SCHNEIDER HACO
PUBLIC ADDRESS	TOA DSPPA BOSCH
ACCESS CONTROL	HIP HIKVISION ZKT ARM
NURSE CALL SYSTEM	AIPHONE TEKTONE

รายละเอียด	ผลิตภัณฑ์
	RAULAND
Core Switch, PoE Switch	HUAWEI CISCO 3 COM HP (Aruba) Allied Telesis
Rack	COMSCOPE LIMAZ GERMANY 19”

7.4 งานวิศวกรรมสุขาภิบาล ป้องกันอัคคีภัย และก๊าซทางการแพทย์

ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน

2.1 GALVANIZED STEEL PIPE & BLACK STEEL PIPE

Saha Thai Steel Pipe

Pacific steel pipe

Thai Union Steel, Thailand

Samchai, Thailand

GALVANIZED STEEL PIPE W/PE LINING

Syler, Thailand

PP-R Pipe

Thai PP-R, Thailand

Fusiotherm. Germany

Green pipe, Thailand

2.2 GATE VALVE, CHECK VALVE, GLOBE VALVE, STRAINER, BUTTERFLY VALVE

Crane, UK

Watt, USA

Nibco, USA.

Kitz, Japan

2.3 FLEXIBLE JOINT

Treflex, USA.

Proco, USA.

Mason, USA,

Tozen, Japan

2.4 PRESSURE GAUGE

Jumo, West Germany

Taylor, USA.

Terice, USA.

Weksler, Germany

2.5 PVC PIPE

SCG, Thailand

Thai Pipe, Thailand

2.6 WATER SUPPLY PUMP

Ebara, Japan

Fair Bank Morse, USA.

Worthington, UK

Aurora, USA.

Peerless, USA.

Patterson, USA.

Grundfos, Denmark

2.7 PACKAGED BOOSTER SET

Ebara, Japan

Fair Bank Morse, USA.

Worthington, UK

Aurora, USA.

Peerless, USA.

Patterson, USA.

Grundfos, Denmark

2.8 PRESSURE REGULATION VALVE, FLOAT VALVE

Bermad

Muessco, USA.

Singer, USA.

OCV, USA.

Watt, USA.

2.9 FIRE PUMP AND JOCKEY PUMP

Peerless, USA.

Aurora, USA.

Fair Bank Morse, USA.

Grundfos, Denmark

Patterson, USA.

2.10 DIESEL ENGINE

Catterpiller, USA.

Cummings, USA.

Detroit, USA.

Clarlee-GM, USA.

2.11 FIRE PUMP AND JOCKEY PUMP CONTROLLER

Master, USA.

Firetrol, USA.

Metron, USA.

GTE, USA.

2.12 FIRE PROTECTION VALVE

Nibco, USA.

Reliable, USA.

Grinnell, USA.

Tyco, USA

Giacomini, Italy

2.13 FIRE HOSE RACK, HOSE VALVE, FIRE HOSE REEL, ROOF MANIFOLD AND FIRE DEPARTMENT CONNECTION

Allenco, USA

Moon, USA.

Potter Roemer, USA.

Sri, Malaysia

Zero, Malaysia

2.14 SPRINKLER HEAD

Tyco, USA.

Globe, USA.

Victaulic, USA

Reliable, USA.

2.15 SUBMERSIBLE PUMP

ABS, Germany

Flygt, Sweden

Pumpex, Denmark

Tsurumi, Japan

Shin Maywa , Japan

2.16 SUBMERSIBLE AERATOR

Frings, Germany

Shin Maywa , Japan

Tsurumi, Japan

2.17 MOTOR

Us Motor

Leroy Somer

ABB

Siemens

2.18 ระบบป้องกันอัคคีภัย ชนิด FM – 200 ,CO_2 , N_2

Chemetron

Firetrade

7.5 งานงานปรับอากาศและระบายอากาศ

AIR HANDLING UNIT , FAN COIL UNIT	CARRIER , TRANE, DAIKIN
SPLIT TYPE A/C UNIT	DAIKIN, CARRIER , TRANE
DOUBLE SKIN AIR HANDLING UNIT	AL-KO, DAIKIN,TRANE
VENTILATION AND EXHAUST FAN	PANASONIC, KRUGER, WOLTER
VIBRATION ISOLATOR , SPRING ISOLATOR	MASON , TOZEN ,หรือเทียบเท่า
BLACK STEEL PIPE , GALVANIZED STEEL PIPE	THAI-UNIAN , SAHA THAI , PACIFIC PIPE , SIAM STEEL PIPE, SAMCHAI
PP-R, HDPE	Wefatherm, Fusiotherm, Ketrit, THAI PP-R
PVC PIPE	THAI PIPE , ELEPHANT BRAND , THAI PP-R
HARD DRAWN COPPER PIPE	KEMBLA , PONGSAN, MUELLER, KLM
FLEXIBLE CONNECTOR	MASON-FLEX , METRAFLEX ,TOZEN
PIPE INSULATION	AEROFLEX , ARMAFLEX, K-FLEX , KEGGO
BUTTERFLY VALVE	KEY STONE, AMRI ,WATT ,GRINNELL , STOCKHAM, CRANE, WATT
BALL VALVE , GATE VALVE	KITZ , LEGRIS , GIACOMINI ,TOYO , CRANE
CHECK VALVE	CRANE ,VALMATIC, KITZ
Y - STRAINER	KITZ , CRANE , TOYO
AUTOMATIC AIR VENT	VALMATIC ,CLA-VAL, METRAFLEX
BALACING VALVE	TA , CRANE , ARMSTRONG , OVENTROP
PRESSURE DIFFERENTIAL VALVE	AZBIL, OCV , CLAVAL, BERMAD
TWO / THREE WAY VALVE	AZBIL, TA , JOHNSON CONTROL
PRESSURE GAUGE , THERMOMETER	WEISS ,WEKSLER , TRERICE
FLOW SWITCH	AZBIL, SAGINOMIYA , JOHNSON CONTROL

GALVANIZED STEEL SHEET	SINGHA ,DURGRIB, TruZinc
DIFFUSER ,GRILLE ,SLOT ,VOLUME DAMPER	KOMFORT FLOW , FLOTHRU, CFM
FLEXIBLE DUCT	AERODUCT ,DEC FLEXIBLE DUCT, หรือเทียบเท่า
DUCT INSULATION	MICROFIBER , SFG. PID , PAL, AEROCEL , K-FLEX, FIRST, KINGSPAN
PRE FILTER , HEPA FILTER, HIGH EFFICIENCY FILTER	AFPRO, TEBAF, TRION, NIPPON, RESEARCH, AMERICAN AIR FILTER , MICRO AIR, AIR GUARD
THERMOSTAT	AZBIL, EBERLE, TRANE, SIEMEN, INTRONICS
MECHANICAL TIMER 24 HRS	GRASSLIN หรือเทียบเท่า
MOTOR	BROOK , SIEMENS , MITSUBISHI, HITACHI
MOTOR CONTROL CENTER MOTOR STARTER, CIRCUIT BREAKER ,RELAY CONTROL DEVICE	GE , MERIN GERIN ,SQUARE-D, SIEMENS, TELEMECANIQUE
SAFETY SWITCH	GE, SIEMENS ,SQUARE-D ,
WIRES & CABLES	PHELPS DODGE ,YAZAKI,BANGKOK CABLE
ELECTRICAL CONDUIT	PANASONIC ,TSP ,PAT, ARROW
DEHUMIDIFIERS	CALOREX, MUNTERS, BRAYAIR
AIR PURIFIER	MICRO AIR, AIR GUARD, TRION, AAF
FAN FILTER UNIT	ENVIRCO. TRANE
AIR SENSOR	GREYSTONE
ชุด HOUSING พร้อม CHEMICAL FILTER	HI-END, FARR, KHOCH
UV	SANUVOX, ULTRA-V, AMERICA ULTRA VIOLET
ULTRAVATION LAMP	ULTRAVATION, OSRAM