



รายละเอียดประกอบแบบก่อสร้าง  
โครงการปรับปรุงแผนก ICU ผู้ป่วยอายุรกรรม ชั้น ๕  
วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

งานสถาปัตยกรรมและระบบวิศวกรรม (แผนกห้องผ่าตัด)

จัดเตรียมโดย



บริษัท บ้านอาร์คิเทคส์ จำกัด

267/271 ถนนราษฎร์พัฒนา แขวงราษฎร์พัฒนา เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

โทรศัพท์ : 02-117-2488 / 088-982371

งานสถาปัตยกรรมและระบบวิศวกรรม(แผนกห้องผ่าตัด)

	หน้า
หมวดที่ ๑ ข้อปฏิบัติทั่วไป	๑
หมวดที่ ๒ วัสดุก่อสร้างและตกแต่ง	
๑.งานพื้น	๒
๒.งานผนัง	๒
๓.งานฝ้าเพดาน	๒
๔.งานประตู	๓
หมวดที่ ๓ รายชื่ออุปกรณ์มาตรฐาน	๕

## หมวดที่ ๒. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

หมวดที่ ๑ เครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อและเครื่องปรับอากาศ	๗
หมวดที่ ๒ งานระบบท่อส่งลมสะอาด	๑๓
หมวดที่ ๓ ระบบควบคุม	๑๖
หมวดที่ ๔ วัสดุท่อน้ำระบบปรับอากาศ	๑๙
หมวดที่ ๕ ฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็น	๒๐
หมวดที่ ๖ การติดตั้งท่อน้ำระบบปรับอากาศ (Piping Installation)	๒๓
หมวดที่ ๗ วาลว (Valves)	๒๗
หมวดที่ ๘ อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำในระบบปรับอากาศ (Piping Accessories)	๒๙
หมวดที่ ๙ การเริ่มเดินเครื่อง การปรับแต่งระบบและการทดสอบการใช้งาน	๓๑
หมวดที่ ๑๐ พัดลมระบายอากาศ	๓๒
หมวดที่ ๑๑ การทาสีป้องกันการผุกร่อน รหัสสี และสัญลักษณ์	๓๓
หมวดที่ ๑๒ รายชื่ออุปกรณ์มาตรฐาน	๓๖
หมวดที่ ๑๓ หมายเหตุเพิ่มเติมอื่นๆ	๔๐

## หมวดที่ ๓. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะงานระบบไฟฟ้า

๑. บทนำ	๔๑
๒. ขอบเขตงาน	๔๑
๓. มาตรฐานและกฎบังคับ	๔๒
๔. เครื่องมือ	๔๒
๕. วัสดุและอุปกรณ์	๔๒
๖. ความรับผิดชอบและหน้าที่ของผู้รับจ้าง	๔๓
๗. การตรวจสอบแบบและรายการ (DRAWING & SPECIFICATION)	๔๓
๘. แบบใช้งาน (SHOP DRAWINGS)	๔๔
๙. แบบสร้างจริง (AS-BUILT DRAWINGS)	๔๔
๑๐. การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่รักษาเครื่อง	๔๔
๑๑. หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษา	๔๔

	หน้า
หมวดที่ ๑ แผงสวิทซ์ไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไปและอุปกรณ์	๔๕
หมวดที่ ๒ โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์	๔๖
หมวดที่ ๓ สวิตซ์และเต้ารับ	๔๗
หมวดที่ ๔ สายไฟฟ้าแรงต่ำ	๔๗
หมวดที่ ๕ ไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและป้ายทางออกฉุกเฉิน	๔๙
หมวดที่ ๖ ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire Alarm System)	๕๐
หมวดที่ ๗ อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า	๕๐
หมวดที่ ๘ ระบบคอมพิวเตอร์	๕๑
หมวดที่ ๙ ระบบเรียกพยาบาล	๕๑
หมวดที่ ๑๐ รายชื่ออุปกรณ์มาตรฐาน	๕๔

#### หมวดที่ ๔. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะระบบดับเพลิงอัตโนมัติด้วยน้ำยา NOVAC ๑๒๓๐

หมวดที่ ๑ ขอบเขตของงานระบบดับเพลิงอัตโนมัติด้วยน้ำยา NOVAC ๑๒๓๐	๕๖
หมวดที่ ๒ ระบบดับเพลิงอัตโนมัติด้วยน้ำยา NOVAC ๑๒๓๐	๕๖
หมวดที่ ๓ หัวกระจายสารดับเพลิงอัตโนมัติ (Fire Nozzle)	๕๖
หมวดที่ ๔ การทดสอบก่อนส่งมอบ	๕๖
หมวดที่ ๕ รายชื่ออุปกรณ์มาตรฐาน	๕๖

#### หมวดที่ ๕. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะงานระบบก๊าซทางการแพทย์

หมวดที่ ๑ มาตรฐานการติดตั้งและการผลิต	๕๗
หมวดที่ ๒ หัวต่อจ่ายแก๊ส (STATION OUTLET)	๕๗
หมวดที่ ๓ SHUTOFF VALVE, ZONE VALVE, CHECK VALVE AND PRESSURE RELIEF VALVE	๕๗
หมวดที่ ๔ ท่อ, อุปกรณ์ประกอบท่อและการติดตั้ง	๕๗
หมวดที่ ๕ การเชื่อมต่อ, การทำความสะอาดระบบท่อ และการทดสอบ	๕๘
หมวดที่ ๖ SUPPORT & HANGER	๕๙
หมวดที่ ๗ สัญลักษณ์สี (COLOUR CODE)	๕๙
หมวดที่ ๘ รายชื่ออุปกรณ์มาตรฐาน	๖๐

## หมวดที่ ๑

### รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะงานสถาปัตยกรรม

#### หมวดที่ ๑ ข้อปฏิบัติทั่วไป

๑.๑ ผู้รับจ้างต้องทำการสำรวจออกแบบคำนวณจัดทำ Shop Drawing เพื่อก่อสร้างตามรูปแบบโดยมีการรับรอง พร้อมแนบเอกสารใบประกอบวิชาชีพสถาปนิกและวิศวกรในรายการก่อสร้าง

๑.๒ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุ แรงงานและอุปกรณ์ในการทำฝ้าเพดาน ตามระบุในแบบและรายการ โดยใช้ ช่างฝีมือดี ใช้อุปกรณ์ที่มีคุณภาพ และถูกต้องตามมาตรฐาน

๑.๓ ก่อนเริ่มงานก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องส่งแบบแปลนการก่อสร้างโดยละเอียด หากมีระยะหรือรายละเอียดใดผิดไปจากแบบและรายการก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้คณะกรรมการควบคุมงาน เพื่อขอความเห็นชอบหรือคำวินิจฉัยในระหว่างการก่อสร้าง หากจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงระยะหรือรายละเอียดใดๆ ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งต่อคณะกรรมการผู้ควบคุมงาน เพื่อขอความเห็นชอบหรือคำวินิจฉัย หากผู้รับจ้างสำรวจพบความเสียหายของโครงสร้างเดิม ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้คณะกรรมการควบคุมงานทราบทันที เพื่อขอแนวทางการแก้ไข

๑.๔ ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบแบบก่อสร้างงานระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ และระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานฝ้าเพดาน เพื่อเตรียมโครงสร้างสำหรับยึดดวงโคม หัวจ่ายระบบปรับอากาศและประสานงานกับงานส่วนอื่นๆ ให้ทำงานด้วยความเรียบร้อย ตามที่กำหนดในรูปแบบรายละเอียดหรือเสนอแบบ Shop Drawing ให้ผู้ควบคุมงานอนุมัติ ความสูงของฝ้าเพดานให้ถือตามระบุในแบบ แต่อาจเปลี่ยนแปลงได้เล็กน้อยตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงาน

๑.๕ ก่อนเริ่มงานก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องทำผนังชั่วคราวปิดกั้นพื้นที่ก่อสร้างกับพื้นที่ที่ใช้งานเป็นอย่างดี ไม่ให้มีฝุ่นละอองเข้ามายังพื้นที่ที่กำลังใช้งานอยู่ รวมถึงการทำสีผนังชั่วคราวให้ดูสวยงามเหมาะสมกับพื้นที่ควบคุม

๑.๖ สิ่งใดที่ไม่ได้กล่าวไว้ในรายละเอียดและคุณลักษณะเฉพาะหรือรูปแบบรายละเอียดการปรับปรุง แต่สิ่งนั้นเป็นส่วนที่จำเป็น จะต้องกระทำเพื่อความถูกต้อง ตามหลักวิชาการและมาตรฐาน

๑.๗ ผู้รับจ้างจะต้องเสนอตัวอย่างวัสดุ อุปกรณ์ที่ระบุในรูปแบบรายการปรับปรุง หรือวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า เพื่อขออนุมัติจากผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้าง โดยผู้รับจ้างจะต้องเขียนแบบรูปขยายรายละเอียดขณะทำการปรับปรุง (Shop Drawing) ตามที่กำหนดในรูปแบบและรายการปรับปรุง หรือตามผู้ว่าจ้างที่คณะกรรมการควบคุมงานกำหนด เพื่อขออนุมัติ

๑.๘ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการป้องกันการรบกวนอันเกิดแก่ผู้ที่อยู่บริเวณข้างเคียง ป้องกันเศษวัสดุ ตกหล่น รวมทั้งประกันความเสียหายอันอาจเกิดแก่ชีวิตและทรัพย์สินอันเนื่องมาจากการปรับปรุงนี้

๑.๙ ผู้รับจ้างจะต้องซ่อมแซมส่วนที่เสียหายในพื้นที่ทำการปรับปรุงหรือบริเวณข้างเคียงอันอาจเกิดจากการก่อสร้างนี้ ให้มีสภาพดีดังเดิม

๑.๑๐ ผู้รับจ้างจะต้องรักษาความสะอาดของสถานที่ก่อสร้างตลอดระยะเวลาการก่อสร้าง และเมื่อการก่อสร้างแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดสถานที่ให้เรียบร้อย เพื่อให้ผู้ว่าจ้างสามารถใช้งานได้ทันทีที่ตรวจรับมอบงาน วัสดุก่อสร้างและตกแต่ง โครงสร้างของห้องสะอาดปลอดภัย เป็นตามขนาด รูปทรงและพื้นที่ตามที่ปรากฏในแบบและรายการ เป็นห้องสะอาดปลอดภัยที่ประกอบจากวัสดุ ทางสถาปัตยกรรมที่มาจากแหล่งผลิตในประเทศ หรือต่างประเทศ โดยมีรายละเอียดดังนี้

## หมวดที่ ๒ วัสดุก่อสร้างและตกแต่ง

โครงสร้างของห้องสะอาดปลอดเชื้อ เป็นตามขนาด รูปทรงและพื้นที่ตามที่ปรากฏในแบบและรายการ เป็นห้องสะอาดปลอดเชื้อที่ประกอบจากวัสดุทางสถาปัตยกรรมที่มาจากแหล่งผลิตในประเทศ หรือต่างประเทศ โดยมีรายละเอียดดังนี้

### ๑. งานพื้น(ห้องผ่าตัด OR๑-๒)

#### ๑.๑ พื้นภายในห้องผ่าตัด (Flooring : Conductive/Anti static PVC)

เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัสดุที่มีส่วนประกอบที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งมีคุณสมบัติในการป้องกันไฟฟ้าสถิตตลอดอายุการใช้งาน ทนทานต่อการฉีกขาดและการไหม้ไฟ

๑.๑.๑ วัสดุมีลักษณะผิวเรียบไม่สะสมฝุ่นและเชื้อโรค

๑.๑.๒ มีความหนาไม่น้อยกว่า ๒ มิลลิเมตร ปูขึ้นผนังสูง ๑๐ cm.

### ๒. งานผนัง

#### ๒.๑ ผนังสำเร็จรูปแผ่นเรียบ (Flat Panel) (ห้องผ่าตัด OR๑)

เป็นผนังสำเร็จรูปแผ่นเรียบ (Flat Panel) ที่มีคุณสมบัติผิวเรียบ ไม่สะสมฝุ่นและเชื้อโรค ป้องกันการเกิดไฟฟ้าสถิต พื้นผิวมีคุณสมบัติยับยั้งเชื้อรา แบคทีเรียและเชื้อไวรัส (Covid- ๑๙) ทำความสะอาดง่ายเหมาะสำหรับงานที่ต้องการความสะอาดสูง สามารถทนสารเคมีได้ ๒๔ ชั่วโมง ตามมาตรฐาน SEFA ๑๙๙๙ มีคุณสมบัติในการทนไฟและการลุกไหม้ของเปลวเพลิง มีความแข็งแรงทนทานต่อแรงกระแทก ทนรอยขีดข่วน ได้รับมาตรฐาน Greenguard Gold ไม่ปล่อยสารพิษภายในอาคาร มีความหนาไม่น้อยกว่า ๖ มิลลิเมตร กว้าง ๒ ม. สูง ๒.๕ เมตร ประกอบติดตั้งกับโครงเหล็กยึดแผ่นตะกั่ว

#### ๒.๒ ผนังสำเร็จรูปแผ่นเรียบ (Flat Panel) (ห้องผ่าตัด OR๒-๓)

เป็นผนังสำเร็จรูปแผ่นเรียบ (Flat Panel) ที่มีคุณสมบัติผิวเรียบ ไม่สะสมฝุ่นและเชื้อโรค ป้องกันการเกิดไฟฟ้าสถิต พื้นผิวมีคุณสมบัติยับยั้งเชื้อรา แบคทีเรียและเชื้อไวรัส (Covid- ๑๙) ทำความสะอาดง่ายเหมาะสำหรับงานที่ต้องการความสะอาดสูง สามารถทนสารเคมีได้ ๒๔ ชั่วโมง ตามมาตรฐาน SEFA ๑๙๙๙ มีคุณสมบัติในการทนไฟและการลุกไหม้ของเปลวเพลิง มีความแข็งแรงทนทานต่อแรงกระแทก ทนรอยขีดข่วน ได้รับมาตรฐาน Greenguard Gold ไม่ปล่อยสารพิษภายในอาคาร มีความหนาไม่น้อยกว่า ๖ มิลลิเมตร ประกอบติดตั้งกับโครงเหล็กชุบสังกะสี ความหนา ๑.๕๒ มิลลิเมตร (เบอร์ ๒๔) โดยมีความหนาของชั้นสังกะสี ๒๒๐ กรัม/ตารางเมตร รอยต่อซีลด้วยวัสดุซิลิโคน (Structural Silicone) ชนิดป้องกันเชื้อรา โดยผนังสำเร็จรูปดังกล่าว พร้อมอุปกรณ์ต่างๆ ต้องประกอบได้อย่างแข็งแรงปลอดภัย ตามมาตรฐานของผู้ผลิต บริเวณรอยต่อระหว่างพื้นกับผนังจะต้องโค้งมนทุกด้านรอบห้อง โดยใช้ โดยใช้ ABS Curve สำหรับห้องผ่าตัดและ PVC Curve สำหรับห้องปลอดเชื้อ เพื่อป้องกันการสะสมฝุ่นและทำความสะอาดง่าย

### ๓. งานฝ้าเพดาน

#### ๓.๑ ฝ้าเพดานสำเร็จรูป แผ่นเรียบ (Flat Panel) (ห้องผ่าตัด OR๑-๓)

เป็นฝ้าเพดานสำเร็จรูป แผ่นเรียบ (Flat Panel) ที่มีคุณสมบัติผิวเรียบ ไม่สะสมฝุ่นและเชื้อโรค พื้นผิวมีคุณสมบัติยับยั้งเชื้อรา แบคทีเรียและเชื้อไวรัส ทำความสะอาดง่ายเหมาะสำหรับงานที่ต้องการความสะอาดสูง สามารถทนสารเคมีได้

๒๔ ชั่วโมง ตามมาตรฐาน SEFA ๑๙๙๙ มีคุณสมบัติในการทนไฟและการลุกลามของเปลวเพลิง มีความแข็งแรงทนทาน ต่อแรงกระแทก ทนรอยขีดข่วน ได้รับมาตรฐาน Greenguard Gold ไม่ปล่อยสารพิษภายในอาคาร มีความหนาไม่น้อยกว่า ๔ มิลลิเมตร ประกอบติดตั้งกับโครงเหล็กชุบสังกะสี ความหนา ๑.๕๒ มม. (เบอร์ ๒๔) โดยมีความหนาของชั้นสังกะสี ๒๒๐ กรัม/ตรม. รอยต่อซีลด้วยวัสดุซิลิโคน (Structural Silicone) ชนิดป้องกันเชื้อรา โดยผนังสำเร็จรูปดังกล่าวพร้อมอุปกรณ์ต่างๆ ต้องประกอบได้อย่างแข็งแรงปลอดภัย ตามมาตรฐานของผู้ผลิต บริเวณรอยต่อระหว่างฝ้ากับผนังจะต้องโค้งมนทุกด้านรอบห้อง โดย โดยใช้ ABS Curve สำหรับห้องผ่าตัดและ PVC Curve สำหรับห้องปลอดเชื้อ เพื่อป้องกันการสะสมฝุ่นและทำความสะอาดง่าย

#### ๓.๒ ฝ้าเพดานแผ่นยิปซัม

ฝ้ายิปซัม หนา ๙ มิลลิเมตร ฉาบผิวเรียบ ทาสีชนิดป้องกันเชื้อรา ติดตั้งกับโครงเหล็กชุบสังกะสี โปรซีลายน ๑๕x๓๗x๑.๕๒ มม. ยาว ๔ ม.

#### ๓.๓ ฝ้าเพดานแผ่นยิปซัม

ฝ้ายิปซัม หนา ๙ มิลลิเมตร ชนิดกันความชื้น ฉาบผิวเรียบ ทาสีชนิดป้องกันเชื้อรา ติดตั้งกับโครงเหล็กชุบสังกะสีโปรซีลายน ๑๕x๓๗x๑.๕๒ มม. ยาว ๔ ม.

## ๔. งานประตู

### ๔.๑ ประตูบานเลื่อนอัตโนมัติชนิดปิดแน่นสำหรับห้องผ่าตัด (Hermetic Automatic Sliding Door) (HD1)

ตามมาตรฐานของห้องปลอดเชื้อ มีขนาดต่างกัน ดังนี้

๔.๑.๑ ประตูทางเข้าห้องผ่าตัด ขนาดบานประตู ๑๕๐๐ x ๒๑๐๐ มม.

๔.๑.๒ ประตูเป็นชนิดผนึกแน่นระบบ HERMETIC AUTOMATIC SLIDING DOOR

๔.๑.๓ บานประตูกรุ HPL ภายนอกแผ่นตะกั่ว กั้นรังสี หนา ๒ มม. ช่องมองกระจกกันรังสี หนา ๙ มม.

๔.๑.๔ ด้านบนและด้านข้างของขอบประตูติดตั้งแผ่นยาง RUBBER SEALING PROFILE ชนิดเพื่อป้องกันการสะสมฝุ่นและทำความสะอาดง่าย

๔.๑.๕ ขอบล่างของประตูติดตั้งขอบยาง STRIP RIGID RUBBER SEAL ชนิดป้องกันการสะสมฝุ่นและทำความสะอาดง่าย

๔.๑.๖ พร้อมอุปกรณ์รางแขวนรับบานประตู บานประตูเปิด-ปิดอัตโนมัติ ควบคุมด้วย MICRO PROCESSOR พร้อมเซนเซอร์ ๒ จุด

๔.๑.๗ ประตูสามารถเปิดเต็มบานได้ กรณีไม่มีมือจับ พร้อมมีระบบป้องกันความปลอดภัย ถ้ามีสิ่งกีดขวางที่ประตู ประตูจะหยุดพร้อมทั้งจะเปิดออกเองโดยอัตโนมัติ กรณีที่ชุดเปิด-ปิดอัตโนมัติขัดข้องหรือไฟฟ้าดับสามารถเปิด-ปิดประตูด้วยมือจับประตูแบบคั่นโยกได้

๔.๑.๘ บานประตูหนาโดยประมาณไม่น้อยกว่า ๓๘ มม.

- ความเร็วในการเปิด / บาน : ระหว่าง ๒๐-๕๐ ซม. / วินาที
- ความเร็วในการปิด / บาน : ระหว่าง ๑๐- ๓๐ ซม. / วินาที
- แรงในการเปิด : ระหว่าง ๖๐-๒๕๐ นิวตัน
- แรงในการปิด : ระหว่าง ๖๐-๑๕๐ นิวตัน
- สามารถปรับความเร็วในการเปิดปิดประตูได้อย่างอิสระ
- มีระบบ HOLD- OPEN / CLOSING DELAY

- มีระบบ SAFETY STOP- REVERSE CYCLE ประตูจะไม่ปิด ถ้ามีสิ่งกีดขวางที่ประตู

## ๔.๒ ประตูบานเลื่อนอัตโนมัติชนิดปิดแน่น (HD2)

ตามมาตรฐานของห้องปลอดเชื้อ มีขนาดต่างกัน ดังนี้

- ๔.๒.๑ ขนาดบานประตู ๑๕๐๐ x ๒๑๐๐ มม.
- ๔.๒.๒ ประตูเป็นชนิดผนึกแน่นระบบ HERMETIC AUTOMATIC SLIDING DOOR
- ๔.๒.๓ ด้านบนและด้านข้างของขอบประตูติดตั้ง แผ่นยาง RUBBER SEALING PROFILE ชนิดเพื่อป้องกันการสะสมฝุ่นและทำความสะอาดง่าย
- ๔.๒.๔ ขอบล่างของประตูติดตั้งขอบยาง STRIP RIGID RUBBER SEAL ชนิดป้องกันการสะสมฝุ่นและทำความสะอาดง่าย
- ๔.๒.๕ พร้อมอุปกรณ์รางแขวนรับบานประตู บานประตูเปิด-ปิดอัตโนมัติ ควบคุมด้วย MICRO PROCESSOR พร้อมเซนเซอร์ ๒ จุด
- ๔.๒.๖ ประตูสามารถเปิดเต็มบานได้ กรณีไม่มีมือจับ พร้อมมีระบบป้องกันความปลอดภัย ถ้ามีสิ่งกีดขวางที่ประตูประตูจะหยุดพร้อมทั้งจะเปิดออกเองโดยอัตโนมัติ กรณีที่ชุดเปิด-ปิดอัตโนมัติขัดข้องหรือไฟฟ้าดับสามารถเปิด-ปิดประตูด้วยมือจับประตูแบบคั่นโยกได้
- ๔.๒.๗ บานประตูหนาโดยประมาณไม่น้อยกว่า ๓๘ มม.

- ความเร็วในการเปิด / บาน : ระหว่าง ๒๐-๕๐ ซม. / วินาที
- ความเร็วในการปิด / บาน : ระหว่าง ๑๐- ๓๐ ซม. / วินาที
- แรงในการเปิด : ระหว่าง ๖๑-๒๕๐ นิวตัน
- แรงในการปิด : ระหว่าง ๖๑-๑๕๐ นิวตัน
- สามารถปรับความเร็วในการเปิดปิดประตูได้อย่างอิสระ
- มีระบบ HOLD- OPEN / CLOSING DELAY
- มีระบบ SAFETY STOP- REVERSE CYCLE ประตูจะไม่ปิด ถ้ามีสิ่งกีดขวางที่ประตู

## ๔.๓ ประตูบานเปิดเดี่ยวชนิดปิดแน่น (Semi Airtight Door) (SD1)

- ๔.๓.๑ บานเปิดเดี่ยว ขนาดบานประตู ๑๐๐๐ x ๒๑๐๐ มม. ด้านบนและด้านข้างของขอบประตูติดตั้ง Rubber Gasket โดยรอบ ด้านล่างของประตูติดตั้ง Automatic Drop Seal
- ๔.๓.๒ มีอุปกรณ์ยึดประตูช่วยการปิดเปิด (Door Closer) ชนิดเปิดค้างได้ ๙๐ องศา
- ๔.๓.๓ บานประตูกรุแผ่นสำเร็จรูป (Hygienic Modular Panel) ชนิดเดียวกับแผ่นผนังในห้องปลอดเชื้อหนา ๓ มิลลิเมตร ภายในกรุด้วย แผ่นตะกั่ว กั้นรังสี หนา ๒ มม.
- ๔.๓.๔ ช่องมองกระจกกันรังสี หนา ๙ มม. (Double Glass) ขนาดและรูปร่างตามที่ระบุในแบบ
- ๔.๓.๕ ประตูเป็นชนิดป้องกันอากาศรั่ว (Airtight Door) ด้านบนและด้านข้างของขอบประตูติดตั้ง Rubber Gasket โดยรอบ ด้านล่างของประตูติดตั้ง Automatic Drop Seal
- ๔.๓.๖ มือจับแอสแตนเลส สตีล ชนิดด้าน
- ๔.๓.๗ อุปกรณ์บานพับชนิดโซว์แกนแบบสวม โดยขนาดบานประตูหนา ๕๐ มิลลิเมตร

#### ๔.๔ ประตูบานเปิดคู่ชนิดปิดแน่น (Semi Airtight Door) (SD2)

๔.๔.๑ บานเปิดเดี่ยว ขนาดบานประตู ๑๘๐๐ x ๒๑๐๐ มม. ด้านบนและด้านข้างของขอบประตูติดตั้ง Rubber Gasket โดยรอบ ด้านล่างของประตูติดตั้ง Automatic Drop Seal

๔.๔.๒ มีอุปกรณ์ยึดประตูช่วยการปิดเปิด (Door Closer) ชนิดเปิดค้างได้ ๙๐ องศา

๔.๔.๓ บานประตูกรุแผ่นสำเร็จรูป (Hygienic Modular Panel) ชนิดเดียวกับแผ่นผนังในห้องปลอดเชื้อหนา ๓ มิลลิเมตร

๔.๔.๔ ประตูเป็นชนิดป้องกันอากาศรั่ว (Airtight Door) ด้านบนและด้านข้างของขอบประตูติดตั้ง Rubber Gasket โดยรอบ ด้านล่างของประตูติดตั้ง Automatic Drop Seal

๔.๔.๕ มือจับแอสแตนเลส สตีล ชนิดด้าน

๔.๔.๖ อุปกรณ์บานพับชนิดโซว์แกนแบบสวม โดยขนาดบานประตูหนา ๕๐ มิลลิเมตร

#### ๔.๕ ประตูบานเปิดเดี่ยวชนิดปิดแน่น (Semi Airtight Door) (SD3)

๔.๕.๑ บานเปิดเดี่ยว ขนาดบานประตู ๙๐๐ x ๒๑๐๐ มม. ด้านบนและด้านข้างของขอบประตูติดตั้ง Rubber Gasket โดยรอบ ด้านล่างของประตูติดตั้ง Automatic Drop Seal

๔.๕.๑ มีอุปกรณ์ยึดประตูช่วยการปิดเปิด (Door Closer) ชนิดเปิดค้างได้ ๙๐ องศา

๔.๕.๑ บานประตูกรุแผ่นสำเร็จรูป (Hygienic Modular Panel) ชนิดเดียวกับแผ่นผนังในห้องปลอดเชื้อหนา ๓ มิลลิเมตร

๔.๕.๑ ประตูเป็นชนิดป้องกันอากาศรั่ว (Airtight Door) ด้านบนและด้านข้างของขอบประตูติดตั้ง Rubber Gasket โดยรอบ ด้านล่างของประตูติดตั้ง Automatic Drop Seal

๔.๕.๑ มือจับแอสแตนเลส สตีล ชนิดด้าน

๔.๕.๑ อุปกรณ์บานพับชนิดโซว์แกนแบบสวม โดยขนาดบานประตูหนา ๕๐ มิลลิเมตร

สำหรับประตูเดิม D๑ (ห้องผ่าตัด ๒ - ๓) ผู้รับจ้างจะต้องดัดปะเก็นยางประตูเดิมออก ทำความสะอาดและติดตั้ง Rubber Gasket ใหม่

#### หมวดที่ ๓ รายชื่ออุปกรณ์มาตรฐาน

การพิจารณารายชื่อผลิตภัณฑ์ของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในโครงการ ให้ผู้รับจ้างพิจารณาจากรายชื่อผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในตารางข้างล่างเป็นสิ่งแรก เป็นชื่อผลิตภัณฑ์ที่ระบุ หรือผลิตโดยผู้ได้รับลิขสิทธิ์ให้สร้างแทน แต่ในกรณีที่ผู้รับจ้างต้องการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่เทียบเท่าที่นอกเหนือจากที่ได้ระบุรายผลิตภัณฑ์ข้างล่างนี้แล้ว ผู้รับจ้างต้องชี้แจงเหตุผลหรือข้อขัดข้องใดก็ตาม ที่มีผลให้ผู้รับจ้างไม่สามารถเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่ระบุไว้ได้ ต่อเมื่อคณะกรรมการตรวจการจ้างได้พิจารณาและให้ความเห็นชอบ ให้สามารถใช้วัสดุอุปกรณ์เทียบเท่าได้

#### รายชื่อผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในโครงการ

#### ประเทศผู้ผลิต

##### ๑. พื้นกระเบื้องยางชนิดม้วน (CONDUCTIVE)

ARMSTRONG

LOCAL

GERFLOR

FRANCE

VINILE

FRANCE

## ๒. ผนังสำเร็จรูป (Flat Panel)

EN-HYGIENIC	LOCAL
ANALYST	LOCAL
KT International	LOCAL

## ๓. ฝ้าเพดาน (Flat Panel)

EN-HYGIENIC	LOCAL
ANALYST	LOCAL
KT International	LOCAL

## ๔. ฝ้าเพดาน แผ่นยิปซั่ม (CEILING)

SCG	LOCAL
GYPROC	LOCAL
ตราเพชร	LOCAL

## ๕. สีทาภายใน

TOA	LOCAL
JOTAN	LOCAL
BEGER	LOCAL

## ๖. ประตูบานเลื่อนอัตโนมัติชนิดปิดแน่น (HERMETIC AUTOMATIC SLIDING)

EN-HYGIENIC	LOCAL
OWNIC	LOCAL
KT International	LOCAL

## ๗. ประตูบานเปิดชนิดปิดแน่น (SEMI AIRTIGHT DOOR)

ANALYST	LOCAL
EN-HYGIENIC	LOCAL
KT International	LOCAL

## หมวดที่ ๒

### รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

#### หมวดที่ ๑ เครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อ Airborne Infection control Unit)

##### ๑.๑ รายละเอียดของเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อ

##### ๑.๑.๑ ความต้องการทั่วไป

เป็นเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อ แบบประหยัดพลังงาน Heat Pump Unit ประกอบด้วย โดยใช้หลักการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์แบบ ประหยัดพลังงาน Heat Pump แบบไม่ใช้ Electric Heater เครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อที่นำมาใช้ ต้องผลิตภายใต้มาตรฐานสากล ISO ๙๐๐๑:๒๐๑๕ และ ได้รับรองมาตรฐานสากลจากTUV/SUD หรือ Eurovent ในด้านการผลิตเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อสำหรับห้องสะอาด โดยมีมาตรฐานต่างๆดังนี้ เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในห้องปลอดเชื้อ และเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อ ต้องมีการทดสอบความแข็งแรงของโครงสร้าง การรั่วซึมของอากาศ การนำความร้อน และคุณสมบัติด้านเสียง เครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อ มีความแข็งแรง ทนทาน และมีประสิทธิภาพในการใช้งาน รวมถึงเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อ ต้องผ่านการทดสอบ การออกแบบ ติดตั้ง และบำรุงรักษาระบบระบายอากาศและปรับอากาศ โดยเน้นเรื่องควบคุมคุณภาพอากาศภายในอาคาร ความปลอดภัย ทั้งด้านอุณหภูมิ ความชื้น การประหยัดพลังงาน และสุขอนามัยของระบบ เพื่อให้ได้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและปลอดภัยต่อผู้ใช้งานตามมาตรฐาน VDI ๓๘๐๓-๑ เครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อต้องผ่านการทดสอบและประเมินประสิทธิภาพ ทดสอบสำหรับส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อ เช่น ตัวเครื่อง กรองอากาศ คอยล์ และพัดลม เพื่อให้มั่นใจว่าส่วนประกอบแต่ละชิ้นมีคุณภาพและประสิทธิภาพตามที่มาตรฐาน DIN EN ๑๓๐๕๓ รวมไปถึงเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อ ต้องผ่านการทดสอบ ด้าน hygiene สำหรับการออกแบบ การติดตั้ง การใช้งาน และการบำรุงรักษา โดยเน้นการป้องกันการสะสมและการแพร่กระจายของเชื้อโรคและจุลินทรีย์ เพื่อให้ได้คุณภาพอากาศที่ดีและปลอดภัยตามมาตรฐาน VDI ๖๐๒๒-๑ ซึ่งเป็นมาตรฐานที่เหมาะสมกับสุขอนามัยในพื้นที่ ที่ต้องการคุณภาพอากาศสะอาดสูง (Clean room ) เช่น สถานพยาบาล ห้องผ่าตัด ห้องยา ห้องปลอดเชื้อ และ โรงงาน ฯลฯ โดยวัสดุในการประกอบเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อต้องผ่านการทดสอบผลกระทบกับเชื้อจุลินทรีย์ และเชื้อแบคทีเรีย ตามมาตรฐาน ISO ๘๔๖ และสามารถใช้งานได้กับระบบไฟฟ้าของอาคาร ณ สถานที่ติดตั้ง โดยไม่ต้องมีการตัดแปลง หรือใช้หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า ยกเว้นสำหรับ ระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศต้องมีระบบควบคุม เพื่อป้องกันเครื่องชำรุด และควบคุมการทำงานของเครื่องเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อ

##### ๑.๑.๒ มาตรฐานการผลิตเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อ

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานการผลิตเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อ รวมถึงวัสดุอุปกรณ์ การประกอบติดตั้ง จะต้องเป็นไปตามกฎเกณฑ์ และข้อกำหนดมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

- TUV SUD - Technical Inspection Association
- Green industry
- ISO ๙๐๐๑ : ๒๐๑๕ - International Organization for Standardization

#### ๑.๑.๓ มาตรฐานการออกแบบและการติดตั้ง

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น การออกแบบและติดตั้ง รวมถึงวัสดุอุปกรณ์การประกอบการติดตั้ง จะต้องเป็นไปตามกฎเกณฑ์ และข้อกำหนดมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

- ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Conditioning Engineer
- ISO - International Organization for Standardization
- EIT - The Engineering Institute of Thailand
- NEC - National Electrical Code
- NEMA - National Electrical Manufacturer Association
- SMACNA - Sheet Metal and Air conditioning Contractors National Association Inc.
- TISI - Thai Industrial Standard Institute
- UL - Underwriters Laboratories, Inc.
- JCI Accreditation Standard - Joint Commission International Standard.

#### ๑.๑.๔ รายละเอียดเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อสำหรับห้องผ่าตัด HYGIENIC CONTROL ROOM UNIT: HCRU (ห้องผ่าตัด OR๑-๓,ห้องผ่าตัดย่อย)

##### ๑.๑.๔.๑ คุณสมบัติ และโครงสร้างเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อ (HCRU Unit)

เครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อโครงสร้างเครื่องเป็นแบบผนังสองชั้น (Double Skin) สำหรับเครื่องปลอดเชื้อ(HCRU) ประกอบด้วยโครงสร้างเป็นอลูมิเนียมโพรไฟล์ หนาไม่น้อยกว่า ๓๐ มิลลิเมตร มีฉนวนกันความร้อน Polyurethane (PU) Foam สอดใส่อยู่ภายในมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน ๐.๐๑๗-๐.๐๒ W/mK (หรือดีกว่า) และมุมของผนังเป็น Thermal- Break เพื่อป้องกันการรั่วไหลของอากาศและเกิดหยดน้ำ ตัวเครื่องต้องผ่านการทดสอบรอยรั่วของอากาศที่ไม่น้อยกว่า ๑,๐๐๐ ปาสคาล (Pa) มีระบบต่างๆ ประกอบไปด้วย ฝิวชั้นนอกและใน ทำจากแผ่นเหล็ก Galvanized Steel Sheet หนาไม่น้อยกว่า ๐.๙ มิลลิเมตร ตัวเครื่องต้องประกอบไปด้วย พัดลมชนิด Backward Curve Open Wheel, CC-Coil,DX-Coil, Heat Recovery Coil, Filter Sections, Damper Sections ถาดน้ำทิ้งทำด้วยวัสดุสแตนเลสเกรด ๓๐๔ มือจับ และบานพับทำจากวัสดุ Polyamide ไม่เปราะหรือแตกง่าย เครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อที่นำมาใช้ต้องผลิตภายใต้มาตรฐาน Technical Inspection Association (TUV SUD) รวมถึง ISO ๙๐๐๑:๒๐๑๕ ทางด้านผลิตเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อสำหรับห้องสะอาด และ โรงงานที่ผลิตจะต้องได้รับ มาตรฐานอุตสาหกรรมสีเขียว ซึ่งแสดงให้เห็นว่าทางโรงงานมีกระบวนการการผลิตและมีการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมที่ดี เพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกองค์กร

#### ๑.๑.๔.๒ ส่วนกรองอากาศ (Filter) ส่วนกรองอากาศในเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อ

- Pre-Filter มีความหนาไม่น้อยกว่า ๓๘ มิลลิเมตร และมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า ๒๕% ชนิด Anti-Microbial ตามมาตรฐาน EN ๗๗๙ : G๔ และ JIS B ๙๙๐๘ Format ๓ (หรือเทียบเท่า)
- Micro Electro Static Precipitator หรือเทียบเท่าประสิทธิภาพ ๙๕%
- HEPA Filter มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า ๙๙.๙๕% @DOP Test ๐.๓  $\mu\text{m}$  ตามมาตรฐาน EN ๑๘๒๒ : H๑๓ (หรือเทียบเท่า)
- มีระบบ TITANIUM DIOXIDE สำหรับฆ่าเชื้อ และดับกลิ่นก่อนและหลังการใช้งาน

#### ๑.๑.๔.๓ ส่วนกรองอากาศ Final Filter ภายใน ห้องผ่าตัด

- HEPA Filter มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า ๙๙.๙๕% @DOP Test ๐.๓  $\mu\text{m}$  ตามมาตรฐาน EN ๑๘๒๒ : H๑๓ (หรือเทียบเท่า) สำหรับห้องผ่าตัด Class ๑๐,๐๐๐ (Gel Type)
- Terminal Housing for HEPA ทำจาก Anodized Aluminum Frame with Aluminum Inlet Cover

#### ๑.๑.๔.๔ การควบคุมทิศทางการไหลของอากาศ (Air Pattern)

- การควบคุมแรงดันอากาศภายในห้องผ่าตัด ผู้รับจ้างต้องติดตั้งระบบปรับอากาศสำหรับห้องผ่าตัด ให้มีแรงดันภายในห้องเป็นบวก ขณะปิดประตูสนิท และมีตัวเลขแสดงแรงดันอากาศภายในห้อง
- การควบคุมปริมาณการไหลเวียนของอากาศ (Air Circulation per Hour) ปริมาณการไหลเวียนของอากาศที่ไหลเข้าสู่ห้องโดยรวม (Total Air, ACH) จะต้องมีปริมาณไม่น้อยกว่า ๒๕ ACH สำหรับห้องผ่าตัด ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนด
- การควบคุมทิศทางการไหลของอากาศ (Air Pattern) สำหรับห้องผ่าตัดทิศทางการไหลของอากาศที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งที่จะป้องกันการติดเชื้อของผู้ป่วยโดยเฉพาะอย่างยิ่งในห้องผ่าตัดซึ่งจะต้องให้ลมจ่ายจากด้านบนและลมกลับหรือลมดูด (Exhaust Air) ไหลออกด้านล่าง ณ ผนังภายในอาคาร

#### ๑.๑.๔.๕ อากาศภายในห้องผ่าตัด

- การควบคุมทิศทางการไหลของอากาศ (Air Pattern) นอกจากนี้จะต้องมีระบบการกรองอากาศด้วยแผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูง และการไหลของอากาศให้เป็นแบบ Laminar Air Flow ครอบคลุมพื้นที่เตียงผ่าตัด (Surgery Zone ) และการควบคุม Condition ต่างๆให้อยู่ในข้อกำหนดที่ระบุในแบบพร้อมทั้งส่งสัญญาณเตือนในกรณีที่ระบบเกิดปัญหาและข้อขัดข้องของระบบ ในรูปแบบของตัวอักษร และสัญลักษณ์ที่หน้าจอ Touch Screen การกรองฝุ่น, เชื้อโรค และการรักษาความดันอากาศภายในห้องผ่าตัด และห้องผ่าตัดติดเชื้อ ซึ่งมีข้อกำหนดเบื้องต้นในการออกแบบดังนี้

#### การควบคุม Condition ภายในห้องผ่าตัด

- ระดับของห้องผ่าตัด (Cleanliness Class) : เทียบเคียง Class ๑๐,๐๐๐ FS๒๐๙E (At Rest) หรือ ISO ๑๔๖๔๔-๑ Class ๗
- อัตราการหมุนเวียนอากาศต่อชั่วโมง : ไม่น้อยกว่า ๒๕ ACH
- อุณหภูมิภายในห้อง : ๒๑ °C +/- ๒ °C

- ความชื้นภายในห้อง :  $\leq 60\%$  RH
- แร่งดันภายในห้อง : เป็นบวก  $10 \pm 0.5$  PA

### ๑.๑.๕ คุณสมบัติ และโครงสร้างเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อ (HFCU Unit) สำหรับห้องเก็บอุปกรณ์

เครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อโครงสร้างเครื่องเป็นแบบผนังชั้นเดียว (Single Skin) สำหรับเครื่องปลอดเชื้อ (HRCU) ประกอบด้วยโครงสร้างเป็นอลูมิเนียมโพรไฟล์ หนาไม่น้อยกว่า ๓๐ มิลลิเมตร มีฉนวนกันความร้อน Polyurethane (PU) Foam สอดไส้อยู่ภายในมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน  $0.017-0.02$  W/mK และมุมของผนังเป็น Thermal-Break เพื่อป้องกันการรั่วไหลของอากาศและเกิดหยดน้ำ ตัวเครื่อง มีระบบต่างๆ ประกอบไปด้วย ผิวชั้นนอกและใน ทำจากแผ่นเหล็ก Galvanized Steel Sheet หนาไม่น้อยกว่า ๐.๘ มิลลิเมตร ตัวเครื่องต้องประกอบไปด้วย พัดลมชนิด Backward Curve Open Wheel, CC-Coil, Filter Sections, Damper Sections ถาดน้ำทิ้งทำด้วยวัสดุสแตนเลสเกรด ๓๐๔ มือจับ และบานพับทำจากวัสดุ Polyamide ไม่เปราะหรือแตกง่าย เครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อที่นำมาใช้ต้องผลิตภายใต้มาตรฐาน Technical Inspection Association (TUV SUD) รวมถึง ISO ๙๐๐๑:๒๐๑๕ ทางด้านผลิตเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อสำหรับห้องสะอาด และ โรงงานที่ผลิตจะต้องจะต้องได้รับ มาตรฐานอุตสาหกรรมสีเขียว ซึ่งแสดงให้เห็นว่าทางโรงงานมีกระบวนการการผลิตและมีการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมที่ดี เพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกองค์กร

#### ๑.๑.๕.๑ ส่วนกรองอากาศ (Filter) ส่วนกรองอากาศในเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อ

- Pre-Filter มีความหนาไม่น้อยกว่า ๓๘ มิลลิเมตร และมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า ๒๕% ชนิด Anti-Microbial ตามมาตรฐาน EN ๗๗๙ : G๔ และ JIS B ๙๙๐๘ Format ๓ (หรือเทียบเท่า)
- Electronic Filter หรือเทียบเท่า

#### ๑.๑.๕.๒ การควบคุมทิศทางการไหลของอากาศ (Air Pattern)

- การควบคุมแรงดันอากาศภายในห้อง ผู้รับจ้างต้องติดตั้งระบบปรับอากาศสำหรับห้องเก็บอุปกรณ์ให้มีแรงดันภายในห้องเป็นบวก ขณะปิดประตูสนิท และมีตัวเลขแสดงแรงดันอากาศภายในห้อง
- การควบคุมปริมาณการไหลเวียนของอากาศ (Air Circulation per Hour) ปริมาณการไหลเวียนของอากาศที่ไหลเข้าสู่ห้องโดยรวม (Total Air, ACH) จะต้องมีปริมาณไม่น้อยกว่า ๖ ACH สำหรับห้องเก็บอุปกรณ์ ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนด

#### ๑.๑.๕.๓ อากาศทั้งภายในและภายนอก

- การควบคุมทิศทางการไหลของอากาศ (Air Pattern) นอกจากนี้จะต้องมีระบบการกรองอากาศด้วยแผงกรองอากาศประสิทธิภาพ และการควบคุม Condition ต่างๆให้อยู่ในข้อกำหนดที่ระบุในแบบพร้อมทั้งส่งสัญญาณเตือนในกรณีทีระบบเกิดปัญหาและข้อขัดข้องของระบบ ในรูปแบบของตัวอักษร และสัญลักษณ์ที่หน้าจอ Touch Screen การกรองฝุ่น, เชื้อโรคและการรักษาความดันอากาศภายในห้องเก็บอุปกรณ์ ซึ่งมีข้อกำหนดเบื้องต้นในการออกแบบดังนี้

- การควบคุม Condition ภายในห้องเก็บอุปกรณ์
  - อัตราการหมุนเวียนอากาศต่อชั่วโมง: ไม่น้อยกว่า ๖ ACH
  - อุณหภูมิภายในห้อง:  $22 \pm 2$  °C
  - ความชื้นภายในห้อง:  $< 60\%$  RH
  - แร่งดันภายในห้อง: เป็นบวก  $5 \pm 0.5$  PA

### ๑.๑.๖ รายละเอียดของ FFU สำหรับ Corridor และห้อง Recovery

วัสดุที่นำมาประกอบเครื่องมีความแข็งแรงทนทาน โดยผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน ISO ๑๔๖๔๔-๓ สามารถช่วยในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย / เชื้อไวรัส / เชื้อรา และ ช่วยขจัดกลิ่นไม่พึงประสงค์และสาครเคมีต่างๆ มีกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยรังสี UVC เพื่อฆ่าเชื้อไวรัส แบคทีเรียและเชื้อรา

มีกรองอากาศในเครื่อง ดังนี้

- (๑) Pre-Filter มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า ๒๕-๓๐% ตามมาตรฐาน EN ๗๗๙ : G๔
- (๒) Medium Filter มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า ๙๐-๙๕%ตามมาตรฐาน EN ๗๗๙ : F๘
- (๓) HEPA Filter มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า ๙๕% ตามมาตรฐาน EN ๑๘๒๒ : H๑๓

#### ๑.๑.๖.๑ อากาศทั้งภายในและภายนอก

- การควบคุมทิศทางกรไหลของอากาศ (Air Pattern) นอกจากนี้จะต้องมีระบบการกรองอากาศด้วยแผงกรองอากาศประสิทธิภาพ และการควบคุม Condition ต่างๆให้อยู่ในข้อกำหนดที่ระบุในแบบพร้อมทั้งส่งสัญญาณเตือนในกรณีทีระบบเกิดปัญหาและข้อขัดข้องของระบบ ในรูปแบบของตัวอักษร และสัญลักษณ์ที่หน้าจอ Touch Screen การกรองฝุ่น, เชื้อโรคและการรักษาความดันอากาศภายในห้องเก็บอุปกรณ์ ซึ่งมีข้อกำหนดเบื้องต้นในการออกแบบดังนี้

- การควบคุม Condition ภายใน Corridor และห้อง Recovery
  - อุณหภูมิภายในห้อง: existing
  - แรกดันภายใน Corridor : เป็นบวก ๒.๕ +/- ๒.๕PA
  - แรกดันภายในห้อง Recovery : เป็นบวก ๕ +/- ๒.๕PA

### ๑.๑.๗ รายละเอียดของ Heat Pump Unit (ห้องผ่าตัด OR๑-๓,ห้องผ่าตัดย่อย)

๑.๑.๗.๑ ชั้นส่วนภายนอก (Casing) ทรงสี่เหลี่ยม แผ่นเหล็ก Galvanized Steel Sheet หนาไม่น้อยกว่า ๐.๙ มิลลิเมตร โดยชั้นส่วนรองรับอุปกรณ์ภายในและคอมเพรสเซอร์ต้องมีความแข็งแรง

๑.๑.๗.๒ Compressor ใช้กับระบบไฟฟ้า ๓๘๐V ๓PH ๕๐Hz เป็นชนิด Scroll Hermetic Type ติดตั้งบนลูกยาง หรือสปริงกันสะเทือน ใช้สารทำความเย็นด้วยน้ำยา R-๔๐๗C พร้อม Internal Protector ภายในคอมเพรสเซอร์

๑.๑.๗.๓ ชุด Automatic Supply และ Return จะต้องจ่ายความร้อนให้กับเครื่องควบคุมอากาศปลอดภัย (HCRU) โดยติดตั้ง Ball Valve ทั้งด้าน Supply และ Return

๑.๑.๗.๔ ระบบประหยัดพลังงาน Heat Pump Unit ให้เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิต และใน Unit ต้องติดตั้งอุปกรณ์ เพื่อตรวจวัด Super Heat ดังนี้

- อุปกรณ์วัดความดันน้ำยาต้าน High Pressure Transducer
- อุปกรณ์วัดความดันน้ำยาต้าน Low Pressure Transducer
- อุปกรณ์ตัดการทำงานกรณีความดันน้ำยา ด้าน High Pressure สูงกว่า ๓๕๐ Psi.
- อุปกรณ์ตัดการทำงานกรณีความดันน้ำยา ด้าน Low Pressure ต่ำกว่า ๓๐ Psi.

### ๑.๒รายละเอียดงานระบบท่อน้ำยา (ห้องผ่าตัด OR๑-๓,ห้องผ่าตัดย่อย)

๑.๒.๑ ท่อน้ำยาเครื่องควบคุมอากาศปลอดภัยและเครื่องปรับอากาศ

ท่อน้ำยา ให้ใช้ท่อทองแดงชนิด Hard drawn ตามมาตรฐาน ASTM Type L หรือตามมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า ข้อต่อใช้ชนิด Forged or wrought copper, solder type รอยต่อเชื่อมด้วย silver solder ขนาดของท่อน้ำยาต่างๆจะต้องเป็นไปตามที่ระบุในแบบหรือคำนวณขนาดท่อตาม Equivalent Length ของแนวท่อที่ติดตั้งจริงโดยค่า Pressure Drop ในเส้นท่อแต่ละชนิดได้ แต่ท่อ Suction, ท่อ Discharge หรือท่อ Liquid ต้องไม่เกิน ๒ องศาฟาเรนไฮต์ หรือดีกว่า Change in Saturated Temperature ในขณะที่เดียวกันให้คำนึงถึงเรื่องการไหลกลับของน้ำมันหล่อลื่นเข้าสู่คอมเพรสเซอร์ด้วย จะต้องเป็นไปโดยสะดวกในทุกสภาวะการทำงานของเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อและเครื่องปรับอากาศ การเดินท่อน้ำยาท่อต้องอยู่ในแนวขนานและ/หรือตั้งฉากไปกับตัวอาคาร ถ้าเดินผ่านทางเท้าที่มีคนเดิน และ/หรือถนนให้ทำคอนกรีตเสริมเหล็กพร้อมฝาครอบเหล็กหล่อ เพื่อใส่ท่อน้ำยาและท่อร้อยสายไฟท่อที่เดินทะลุผ่านผนัง คานและพื้นจะต้องมี Pipe Sleeve ขนาดใหญ่กว่าท่อ (หุ้มฉนวนแล้ว) โดยรอบไม่น้อยกว่า ๑ นิ้ว ช่องว่างระหว่างท่อกับ Sleeve ให้อุดด้วยวัสดุที่ยึดหยุ่นได้ กันน้ำ และกันไฟลามผ่านได้ เช่น ซิลิโคน ท่อต้องมี Anchors and Expansion Bends เพื่อรองรับการขยายตัวของท่อในกรณีที่จำเป็นต้องใช้ Flexible Woven Metal Connector ต่อเข้ากับคอมเพรสเซอร์ เพื่อป้องกันท่อแตกเพราะการสั่นสะเทือน การยึดท่อให้ใช้ปะกับและรางเหล็กอาบสังกะสีชนิดเดียวกับที่ใช้ยึดท่อร้อยสายไฟเข้ายึดให้แข็งแรง ท่อที่อยู่ในสถานที่อาจจะถูกทำลายหรือกระทบให้เสียหายได้ ต้องมีการป้องกัน เช่น มีฝาครอบเป็นต้น ท่อน้ำยาขนาดไม่เกิน ๑-๑/๔ นิ้ว ต้องมีที่ยึดท่อห่างทุกระยะไม่เกิน ๒,๔๐๐ มม. ท่อขนาดใหญ่กว่า ๑-๑/๔ นิ้ว ต้องมีทุกระยะไม่เกิน ๓,๐๐๐ มม. ภายหลังจากที่ได้ทำการเชื่อมระบบท่อแล้ว ให้ทำการทดสอบรอยรั่วตามข้อต่างๆ หากตรวจพบรอยรั่ว ณ จุดใด ต้องทำการเชื่อมซ่อมแซมรอยรั่วนั้นจากนั้นใช้ปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump) ดูดเอาความชื้นออก และทำให้ระบบเป็นสุญญากาศ (Dehydration and Evacuation) หากปรากฏว่าความดันภายในระบบไม่อาจลดต่ำลงไปได้ตามที่กำหนด แสดงว่าระบบท่อยังมีรอยรั่วอยู่อีกให้ทำการทดสอบและซ่อมแซมรอยรั่วต่างๆ ก่อนการดูดเอาความชื้นและทำให้ระบบเป็นสุญญากาศอีกครั้งหนึ่ง ฉนวนหุ้มท่อน้ำยาให้ใช้ชนิด Closed-Cell Foamed Plastic ท่อขนาด ๓/๘ นิ้ว ให้ใช้ฉนวนหนาไม่น้อยกว่า ๑/๒ นิ้ว ท่อขนาด ๕/๘ นิ้ว ขึ้นไป ให้ใช้ฉนวนหนาไม่น้อยกว่า ๓/๔ นิ้ว ตรงที่แขวนท่อหรือยึดท่อฉนวนหุ้มท่อต้องเป็นชนิดแข็ง และยาวไม่น้อยกว่า ๑๐๐ มม. และต้องใส่แผ่นเหล็กอาบสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า ๑.๐ มม. วัระหว่างที่แขวนท่อหรือที่ยึดติดกับฉนวนท่อตรงที่แขวนท่อหรือที่ยึดทุกแห่ง

#### ๑.๒.๒ อุปกรณ์อื่นๆ

ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม (ถ้าไม่มีติดมาพร้อมเครื่องปรับอากาศ) ทั้งนี้ต้องไม่ขัดกับคำแนะนำของผู้ผลิตเครื่องอย่างน้อยดังนี้ Drier, Liquid Sight Glass เป็นต้น

#### ๑.๒.๓ การทาสี

ผู้รับจ้างต้องทาสีชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กให้ทาสีกันสนิมอย่างดี ทาอย่างน้อย ๓ เที้ยว ตามรายการประกอบแบบ

#### ๑.๒.๔ การติดตั้ง

##### ๑.๒.๔.๑ การติดตั้งเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อ

การติดตั้งบนพื้นต้องมีขาเหล็กรองเครื่องให้มีที่วาง ใต้เครื่องไม่น้อยกว่า ๒๕๐ มม. ตามที่ผู้ผลิตกำหนดหรือข้อแนะนำของผู้ผลิตการติดตั้งแขวนจากเพดาน ให้ยึดด้วยโครงเหล็กติดกับพื้นของชั้นบนโดยตรง โดยใช้สลักเกลียวและแป้นเกลียว หรือใช้ Expansion Bolts ซึ่งสามารถรับน้ำหนักเครื่องได้อย่างปลอดภัย และมี Vibration Isolator ตามประเภทที่กำหนด

ท่อน้ำทิ้ง ให้ต่อท่อน้ำทิ้งจากเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อและเครื่องปรับอากาศให้ทำ Tap ความสูง โดยคำนวณจาก Total Static ของเครื่องนั้นๆ และให้หาท่อระบายน้ำที่ใกล้ที่สุดตรงจุดที่ต่อออกจากเครื่อง ต้องมีข้องอเพื่อดักผงและเปิดออกทำความสะอาดได้ง่าย ท่อน้ำทิ้งให้ใช้ท่อ PVC ชั้น ๘.๕ หรือเทียบเท่าหรือดีกว่า การยึดติดกับผนังฯลฯ ให้ใช้ประกับเหล็กอบสังกะสีหรืออลูมิเนียมชนิดสำหรับใช้รัดท่อร้อยสายไฟฟ้า

## ๑.๓ รายละเอียดอื่นๆ

### ๑.๓.๑ การรับประกัน

๑.๓.๑.๑ ผู้รับจ้างต้องรับประกันเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อและเครื่องปรับอากาศ Compressor และอุปกรณ์ทั้งระบบ ยกเว้น อุปกรณ์สิ้นเปลือง เช่น ฟिलเตอร์ หลอดไฟ สายพาน และฟिलเตอร์ไดเออร์ เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า ๒ ปี นับจากวันที่ได้ทำการตรวจรับและส่งมอบงานงวดสุดท้าย

๑.๓.๑.๒ ในกรณีที่เครื่องปรับอากาศชำรุดระหว่างการใช้งานปกติไม่ว่าในกรณีใดๆทั้งสิ้น ผู้รับจ้าง จะต้องทำการตรวจสอบเครื่องปรับอากาศให้ใช้งานได้ดี ภายในกำหนดเวลา ๓ วัน นับตั้งแต่วันที่ได้รับแจ้งจากหน่วยงาน หากผู้รับจ้างละเลยหรือเพิกเฉย หน่วยงาน จะดำเนินการแจ้งช่างเครื่องปรับอากาศรายอื่นทำการตรวจสอบ ในกรณีนี้ผู้รับจ้างจะต้องชำระค่าตรวจสอบแทนโรงพยาบาลฯ โดยไม่มีเงื่อนไขใดๆ ทั้งสิ้น

๑.๓.๒ ผู้รับจ้างต้องทำการตรวจเช็คการทำงาน รวมทั้งบริการทำความสะอาดเครื่องและบำรุงรักษาทุกๆ ๓ เดือนเป็นระยะเวลา ๒ ปี โดยไม่คิดค่าบริการและจะต้องจัดทำประวัติการใช้งาน และการตรวจสอบ บำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแต่ละเครื่องมอบไว้ที่ผู้ว่าจ้าง

๑.๓.๓ ผู้รับจ้างต้องทำสัญญาให้การบริการโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายกับผู้ว่าจ้าง และส่งตารางการเข้ามาบำรุงรักษา เครื่องปรับอากาศให้เจ้าของงาน

๑.๓.๔ ผู้รับจ้างต้องทำความสะอาด และซ่อมแซมรอยที่เสียหายที่เกิดขึ้นจากการติดตั้งเครื่องปรับอากาศให้ เรียบร้อย เหมือนเดิมก่อนส่งมอบงาน

๑.๓.๕ ผู้เสนอราคาต้องแนบแคตตาล็อกและหรือแบบรูปรายการละเอียดคุณลักษณะเฉพาะทางด้านเทคนิค ให้ตรงกับรายละเอียดประกอบแบบ เพื่อให้คณะกรรมการพิจารณา

## หมวดที่ ๒ งานระบบท่อส่งลมสะอาด (ห้องผ่าตัด OR๑-๓,ห้องผ่าตัดย่อย)

### ๒.๑ ข้อกำหนดงานท่อลม

๒.๑.๑ ท่อลมจะต้องทำด้วยแผ่นเหล็กอบสังกะสี ความหนาของแผ่นเหล็กที่ใช้จะต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนดใน แบบวิธีการประกอบงานท่อลมและอุปกรณ์ต่างๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐานของ ASHRAE และ SMACNA ท่อลมจะต้องเป็นแบบตัดและพับสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตโดยใช้เครื่องตัดและพับท่อลม โดยเฉพาะ โรงงานที่ตัด และพับจะต้องมีผลงานเป็นที่ยอมรับ และขออนุมัติจากวิศวกรก่อนเริ่มทำงาน ให้ผู้รับจ้างจัดทำข้อกำหนดความหนาของแผ่นสังกะสี รายละเอียดการประกอบและการขึ้นรูป พร้อมทั้งส่งตัวอย่างต่างๆ ให้วิศวกรพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการ ในกรณีที่ใช้เป็นท่อลมแบบตัด ประกอบสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิตให้ผู้รับจ้างเสนอวิธีการจัดทำ ตัวอย่างงานและ SHOP DRAWING ให้วิศวกรพิจารณาอนุมัติก่อนการเริ่มดำเนินการ

๒.๑.๒ แบบงานท่อลมมิได้จัดแสดงแนวหลบเหล็กกับงานก่อนสร้างอื่นๆ ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ SHOP DRAWING งานติดตั้งจริง และแสดงแนวทางหลบเหล็กนี้ โดยให้เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

๒.๑.๓ ขนาดที่กำหนดในแบบงานท่อลม จะบอกขนาดของท่อลมในแนวนอนเป็นตัวแรกแล้วจึงเป็นขนาดท่อลมใน แนวตั้ง

- ๒.๑.๔ ที่ท่อลมทางเข้าและออกของเครื่องส่งลมเย็น FAN COIL UNIT และพัดลมจะต้องมี FLEXIBLE CONNECTION ตามรายละเอียดในแบบ
- ๒.๑.๕ ที่ท่อลมแยกจากท่อลมหลักทุกจุดจะต้องมี SPLITTER DAMPER เพื่อให้สามารถปรับปริมาณลมได้ตามรายละเอียดในแบบ
- ๒.๑.๖ สำหรับท่อลมกลับเข้าห้องเครื่องส่งลมเย็นให้ติดตั้ง VOLUME DAMPER ที่ห้องเครื่องส่งลมเย็นด้วย
- ๒.๑.๗ ปะเก็นหน้าแปลนท่อลมให้ใช้เป็นแบบ NEOPRENE RUBBER หนา ๑/๔" (หรือดีกว่า)
- ๒.๑.๘ รอยต่อตะเข็บของท่อลมทั้งแนวตั้งและแนวยาวทั้งหมดให้อุดรูรั่วโดย SILICONE ชนิดทนความร้อนสูง หรือ SELF ADHESIVE CLOSED CELL THERMAL INSULATION TAPE กว้างไม่น้อยกว่า ๒ นิ้ว หลังจากนั้นให้ใช้ NONTOXIC AND NONFLAMABLE ACRYLIC DUCT SEALANT ทาท่อลมให้ทั่วก่อนทำการหุ้มฉนวน
- ๒.๑.๙ อุปกรณ์ที่ใช้ในงานท่อลม จะต้องเป็นชนิดไม่ติดไฟหรือลามไฟ และในกรณีที่ท่อลมจะต้องผ่านผนังกันไฟให้ติดตั้ง FIRE DAMPER เพื่อป้องกันการลามไฟ
- ๒.๑.๑๐ ท่อลมที่ผ่านแนวของผนัง จะต้องเตรียมช่องไว้โดยใช้กรอบวงกบเหล็ก โดยขนาดที่ใช้ไม่เล็กกว่า ๔x๒ นิ้ว และขนาดกรอบวงกบจะต้องไม่เล็กกว่าขนาดท่อลมที่หุ้มฉนวนแล้วและอุดช่องด้วยวัสดุทนไฟทั้งสองด้าน
- ๒.๑.๑๑ ท่อลมที่อยู่ในช่องเปิดในส่วนที่ผ่านพื้นของทุกๆ ชั้น ให้ปิดช่องว่างด้วย FIRE STOP และ FIRE BARRIER ชนิดทนไฟได้ไม่น้อยกว่า ๒ ชั่วโมง
- ๒.๑.๑๒ ติดตั้ง VOLUME DAMPER ชนิด GEAR TYPE ที่ตำแหน่งก่อนเข้า HEPA FILTER

## ๒.๒ FLEXIBLE AIR DUCT

- ๒.๒.๑ ที่ท่อลมแยกไปต่อเข้าหน้ากากลมเย็นทุกชุด ให้เป็น FLEXIBLE ROUND ROUND AIR DUCT ยาวไม่น้อยกว่า ๑.๕ เมตร เพื่อความสะดวกในการโยกย้าย หน้ากากลมเย็นในภายหลัง การต่อ FLEXIBLE AIR DUCT เข้าที่หน้ากากลมเย็น ให้จัดทำ TRANSFER BOX ทำด้วยเหล็กอาบสังกะสี ความหนาไม่น้อยกว่า # ๒๒ ความกว้างและความยาวให้เหมาะสมกับคอของหน้ากากลมเย็น โดยสามารถเชื่อมเข้ากับ FLEXIBLE ROUND DUCT ได้ความสูงประมาณ ๓๐ เซนติเมตร หุ้มภายนอกด้วยความร้อนแบบเดียวกับงานท่อลม
- ๒.๒.๒ FLEXIBLE ROUND AIR DUCT ให้เป็น SPIRAL WIRE REINFORCED ALUMINIUM AIR DUCT ชนิดBOUBLE PLY แบบไม่ติดไฟ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตามที่ระบุไว้ในแบบหุ้มฉนวนกันความร้อนแบบเดียวกับงานท่อลมอัดแน่นติดกับท่อลมด้วยเข็มขัดรัดท่อ เพื่อป้องกันการลมรั่ว การหุ้มฉนวนให้หุ้มสำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิต

## ๒.๓ ฉนวนหุ้มท่อลม

- ๒.๓.๑ ท่อส่งลมทั้งหมด จะต้องหุ้มด้วยฉนวน Closed Cell Insulation ภายนอกท่อลมและท่อลมกลับ ที่เดินจาก Return AirGrille ไปยังตัวเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อความหนาของฉนวนจ่ายหรือท่อลมจ่าย ๓/๔" ลมกลับ ๑/๒" ตามระบุในแบบ และท่อลมสำหรับระบายอากาศทั่วๆ ไปไม่ต้องหุ้มฉนวน แต่ท่อลมสำหรับระบายอากาศที่ดูดลมมาจากห้องปรับอากาศ ต้องหุ้มฉนวนเหมือนท่อส่งลมเย็น ยกเว้นที่เดินในช่องลมกลับฉนวนจะต้องใช้ฉนวน Closed Cell Insulation หนาอย่างน้อย ๑/๒ นิ้ว ต้องมีคุณสมบัติดังนี้
- ๒.๓.๑.๑. ฉนวนหุ้มท่อส่งลมเย็น จะต้องใช้ Closed Cell Elastomeric Foam ซึ่งไฟไม่ลาม (Self Extinguishing)

๒.๓.๑.๒. ฉนวนที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามต้องการต่อไปนี้

(๑) ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (Thermal Conductivity) ไม่เกิน ๐.๒๗ Btu/hr sq.ft(F/in) ที่อุณหภูมิเฉลี่ย ๗๕° F หรือ ๐.๐๓๗ W/M.K ที่อุณหภูมิเฉลี่ย ๒๔°C ตามมาตรฐาน ASTM C๑๗๗

(๒) ค่าการดูดซึมน้ำ (Water Absorption) ต้องมีค่าไม่เกิน ๕% โดยน้ำหนัก ตามมาตรฐาน ASTM D๑๐๕๖

(๓) ค่าการแทรกซึมความชื้น (Water Vapor Permeability, WVP.) ต้องมีค่าไม่เกิน ๐.๑๐ Perm- Inch ตามมาตรฐาน ASTM E๙๖

(๔) ค่าการต้านทานความชื้น (Moisture Resulance) ต้องมีค่ามากกว่า ๕,๐๐๐ ตามมาตรฐาน DIN ๕๒๖๑๕

(๕) ค่าการลามไฟ (Flame Spread) มีค่าไม่เกิน ๒๕ ตามมาตรฐาน ASTM E๘๔

(๖) ค่าปริมาณควัน (Smoke Developed) มีค่าไม่เกิน ๕๐ ตามมาตรฐาน ASTM E๘๔

(๗) ความหนาแน่น ๓-๖ ปอนด์/ลบ.ฟุต

(๘) อุณหภูมิใช้งาน -๒๐°C ถึง ๑๐๕°C หรือ -๔°F ถึง ๒๒๐°

## ๒.๔ หน้ากากลม

๒.๔.๑ หน้ากากลม DIFFUSER SLOT DIFFUSER REGISTER และ GRILLE ทั้งหมดให้เป็นแบบ ANODIZED EXTRUDED ALUMINIUM ออบขาว ขนาดและตำแหน่งเป็นไปตามที่กำหนดในแบบ ขนาดที่กำหนดของหน้ากากลม เป็นขนาด NECK SIZE ยกเว้นจะมีระบุให้ใช้เป็นอย่างอื่น

๒.๔.๒ หน้ากากลม DIFFUSER, SLOT DIFFUSER, REGISTER และ GRILL ทั้งหมดให้เป็นไปตามแบบของของผู้ผลิต

๒.๔.๓ SUPPLY AIR DIFFUSER ให้เป็นแบบชนิด SWIRLTYPE และ PERFORATED ตามแต่จะกำหนดในแบบ และต้องจัดให้มี OPPOSED BLADES VOLUME DAMPER ทำด้วย EXTRUDED ALUMINIUM

๒.๔.๔ SLOT DIFFUSER ให้มีจำนวน SLOT เป็นไปตามที่กำหนดในแบบ มีแผ่นปรับ (ADJUSTABLE PATTERN CONTROLLER ) ปรับได้ ๑๘๐ องศา ตลอดแนว SLOT ทำด้วย EXTRUDED ALUMINIUM แผ่นปรับให้เป็นแบบ SINGLE LEAF หรือ DOUBLE LEAF DAMPER

๒.๔.๕ REGISTER เป็นแบบ ๔ WAY ADJUSTABLE DOUBLE DEFLECTION TYPE จัดเป็น ๒ แถวตามแนวนอนและแนวตั้ง ปรับได้อย่างอิสระให้มี OPPOSED BLADES VOLUME DAMPER ทำด้วย EXTRUDED ALUMINIUM การติดตั้งจะต้องจัดให้มีปะเก็นระหว่างท่อลม และ REGISTER

๒.๔.๖ EXHAUST AIR GRILLE ให้เป็นแบบ ONE WAY DEFLECTIO TYPE ทำมุมเอียงประมาณ ๔๕ องศา และคลุมทับด้วย INSECT SCREEN ตรงทางออก

๒.๔.๗ FRESH AIR GRILLE ให้เป็นแบบ DOUBLE FRAME มี PIVOT HINGE สามารถถอดชุด GRILLE ได้โดยไม่ทำให้ฝ้าเพดานเสียหาย แบบให้เป็นชนิด ONE DEFLECTION TYPE ทำมุมเอียงประมาณ ๔๕ องศา มี OPPOSED BLADES VOLUME DAMPER ทำด้วย EXTRUDED ALUMINIUM แบบ KEY-OPERATE และคลุมทับด้วย INSECT SCREENS

๒.๔.๘ RETURN AIR GRILLE ให้เป็นแบบ PERFORATED GRILLE มี PIVOT HINGE สามารถถอดชุด GRILLE ได้โดยไม่ทำให้ฝ้าเพดานเสียหาย และมี OBVD ไว้ใช้ในการปรับแต่งลม

๒.๔.๙ หน้ากากลมที่ติดอยู่ผนังภายนอกอาคาร ให้ใช้เป็นแบบที่กันน้ำกระเซ็นเข้ามาใช้ พร้อมกับติดตะแกรงกันแมลง

**หมวดที่ ๓ ระบบควบคุม (DDC. Control for Clean room Control Unit) (ห้องผ่าตัด OR๑-๓,ห้องผ่าตัดย่อย)**

**๓.๑ ข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะ DDC (Digital Direct Control) และหน้าจอควบคุมแสดงผล**

๓.๑.๑ คุณสมบัติและรายละเอียดการทำงาน DDC

- ๓.๑.๑.๑. ใช้ระบบปฏิบัติการทั่วไป ที่มีความเร็วซีพียู ๒๐๐ MHz ไมโครโปรเซสเซอร์ ๓๒ bit เป็นอย่างน้อย
- ๓.๑.๑.๒. มีหน่วยความจำ RAM ๓๒ MB และหน่วยความจำที่สามารถจัดเก็บข้อมูล (Flash Memory) ๑๒๘ MB (หรือดีกว่า)
- ๓.๑.๑.๓. ใช้รูปแบบภาษาในการเขียนโปรแกรมดังนี้ FC: Flow Chart, LD: Ladder Diagram, FBD: Function Block Diagram, SFC: Sequential ,ST: Structured Text และ IL: Instruction List ตามมาตรฐาน IEC๖๑๑๓๑
- ๓.๑.๑.๔. มี Input/Output ไม่น้อยกว่า ดังนี้ Analog Input ๑๐ config, Analog Output ๖ config, Digital Input ๒๐ config และ Digital/Relay Output ๑๕ config (หรือดีกว่า)
- ๓.๑.๑.๕. มีระบบสื่อสาร BACNet ตามมาตรฐาน ASHRAE
- ๓.๑.๑.๖. มีพอร์ต RS๔๘๕ Modbus Master/Slave สำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ ได้
- ๓.๑.๑.๗. มีพอร์ต CANBus, Ethernet, USB
- ๓.๑.๑.๘. สามารถจำลองการทำงาน สถานะการทำงานต่างๆ ผ่านคอมพิวเตอร์ได้
- ๓.๑.๑.๙. สามารถเชื่อมต่อเครือข่ายเน็ตเวิร์คแบบ Intranet หรือ Internet ได้
- ๓.๑.๑.๑๐. สามารถเชื่อมต่อกับจอแสดงผลแบบกราฟิก หรือจอแบบสัมผัส (Touch Screen) ได้

๓.๑.๒ คุณสมบัติและรายละเอียดการทำงาน หน้าจอควบคุมแสดงผล

- ๓.๑.๒.๑. จอแสดงผลแบบสัมผัส ขนาด ๗, ๑๐,๑ นิ้ว ความละเอียดสูง ๑๐๒๔x๖๐๐. (หรือดีกว่า)
- ๓.๑.๒.๒. จอแสดงผลแบบสัมผัส ขนาด ๑๕.๖ นิ้ว ความละเอียดสูง ๑๙๒๐x๑๐๘๐. (หรือดีกว่า)
- ๓.๑.๒.๓. หน้าจอมุมมองสูงสุด ๑๗๐ องศา เพื่อประสบการณ์ทางประสาทสัมผัสที่ดี
- ๓.๑.๒.๔. หน่วยประมวลผล ๖๐๐MHz (หรือดีกว่า)
- ๓.๑.๒.๕. CPU การสื่อสารความเร็วสูง
- ๓.๑.๒.๖. การแสดงผลรองรับการนำเสนอภาพแบบไดนามิกพร้อมกราฟิกที่ละเอียดและซับซ้อน การสลับหลายหน้า อย่างราบรื่น
- ๓.๑.๒.๗. สามารถทำการซูมแบบหลายจุดทำให้รูปภาพและข้อมูลเทคโนโลยีควบคุมได้อย่างอิสระตามความต้องการ
- ๓.๑.๒.๘. HMI จอแสดงผล LCD ที่มีความละเอียดสูง ความสว่างสูง และไฟพื้นหลัง LED เพื่อการประหยัดพลังงานและรักษาสิ่งแวดล้อม
- ๓.๑.๒.๙. พอร์ต Double-line Communication รองรับการจัดเก็บ U-disk และดาว์นโหลด
- ๓.๑.๒.๑๐. การป้องกัน PCB การเคลือบป้องกันสำหรับเมบอร์ด ปรับให้เข้ากับสภาพแวดล้อมหลายรูปแบบ

**๓.๒ คุณลักษณะของอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบ Blower เครื่องควบคุมสภาวะอากาศ**

อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ ให้ใช้กับระบบไฟฟ้า ๓๘๐V/๓ Phase/๕๐ Hz และต้องมีคุณลักษณะดังนี้-

### Technical Detail

๓.๒.๑. Solid State AC Control Pulse Width Modulation

๓.๒.๒. Supply Voltage : ๓-phase, ๓๘๐/๔๘๐ V +๑๐% - ๑๕%

๓.๒.๓. Supply Frequency : ๕๘/๖๓ HZ

๓.๒.๔. Frequency Range : ๐-๕๐๐ HZ

๓.๒.๕. Built in DC Harmonic Filter

๓.๒.๖. ๑ Rotational Direction

๓.๒.๗. Acceleration/Deceleration Time ๐.๑ -๑๘๐๐ SEC

๓.๒.๘. Display : Digital

๓.๒.๙. Ground Fault Protection

๓.๒.๑๐. Protection Over Current

- Over Voltage
- Motor short-circuit protection
- Under Voltage
- Over Temperature
- Stall Protection
- Internal Equipment Failure Codes
- Earth Fault

๓.๒.๑๑. Operating area

- Temperature: -๑๕ to ๔๐°C
- Humidity ๕ to ๙๕%, no condensation

๓.๒.๑๒. Inbuilt EMC Filter

๓.๒.๑๓. Choke patented swinging choke – reduces total harmonic distortion (THD)

Emissions up to ๒๕%

๓.๒.๑๔. Automatic Start Boost

๓.๒.๑๕. Remote, Fail Signal and Auto Reset

๓.๒.๑๖. Voltage/Frequency Ratio Adjustment

๓.๒.๑๗. Preset Speed

๓.๒.๑๘. Control Signal ๔-๒๐ mA. OR ๐-๑๐ Vdc.

๓.๒.๑๙. Degree of Protection classes: IP ๒๑ (หรือดีกว่า)

### ๓.๓ **Sensor สำหรับระบบควบคุมสภาวะอากาศ**

๓.๓.๑ เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น

คุณสมบัติและรายละเอียดการทำงาน

๓.๓.๑.๑. เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นแบบดิจิตอล

๓.๓.๑.๒. ช่วงการวัดค่าอุณหภูมิ -๕๐ ถึง +๘๐ °C

๓.๓.๑.๓. ช่วงการวัดค่าความชื้น ๑ ถึง ๙๙% RH

๓.๓.๑.๔. สามารถโปรแกรมเพื่อปรับค่าชดเชยได้ (Calibrate)

- ๓.๓.๑.๕. มี LED แสดงสถานะการทำงาน
- ๓.๓.๑.๖. มีพอร์ต RS๔๘๕ Modbus สำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ
- ๓.๓.๑.๗. สามารถใช้เป็นอุปกรณ์เพื่อคอนโทรลค่า Dew Point ได้
- ๓.๓.๑.๘. มีสัญญาณ Digital Input, Digital Output และ Analog Output เพื่อใช้ในการคอนโทรล
- ๓.๓.๑.๙. สามารถต่อเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิภายนอกได้ (Remote Temperature)
- ๓.๓.๑.๑๐. อุปกรณ์สามารถเชื่อมต่อโดยใช้สัญญาณ RS๔๘๕ ได้สูงสุด ๓๒ ตัว
- ๓.๓.๑.๑๑. ใช้ไฟเลี้ยง ๑๒-๒๔ Vac หรือ ๑๒-๔๐ Vdc

#### ๓.๓.๒ Diff. Pressure switch

##### Technical Detail:

- ๓.๓.๒.๑. Service Life: Over ๑๐,๐๐๐,๐๐๐ Switching Operation
- ๓.๓.๒.๒. Electric rating: max. ๑.๐ A (๐.๔ A) / ๒๕๐ Vac
- ๓.๓.๒.๓. Ambient Temperature: -๒๐-+๘๕ °C.
- ๓.๓.๒.๔. Protection Standard: IP๕๔ (หรือดีกว่า)

#### ๓.๓.๓ Diff. Pressure Gauges

##### Technical Detail:

- ๓.๓.๓.๑. Accuracy:  $\pm 2\%$  of FS ( $\pm 3\%$  on - ๐, -๑๐๐ Pa, -๑๒๕ Pa, ๑๐MM and  $\pm 4\%$  on - ๐๐, -๖๐ Pa, -๖MM ranges), throughout range at ๗๐°F (๒๑.๑°C).
- ๓.๓.๓.๒. Ambient Temperature: -๖.๖๗to+๖๐ C.
- ๓.๓.๓.๓. Zero Point adjustment screw: external in the plastic cover
- ๓.๓.๓.๔. Mounting: surface mounting or flush mounting
- ๓.๓.๓.๕. Mounting position: Vertical

#### ๓.๓.๔ Diff. Pressure air flow sensor

##### Technical Detail:

- ๓.๓.๔.๑. Accuracy:  $\pm 1.0\%$  of FS
- ๓.๓.๔.๒. Measuring setup rang:  $> 2500$  Pa.
- ๓.๓.๔.๓. Supply voltage: ๑๘-๓๕VDC/๒๔VAC. $\pm 1.0\%$
- ๓.๓.๔.๔. Output signals: ๐-๑๐V, Relay output (๒๕๐VAC/๓๐VDC ๖A.)
- ๓.๓.๔.๕. Ambient Temperature: -๑๐ to +๕๐ C.
- ๓.๓.๔.๖. Response time: ๑๐๐ ms or ๑ sec.
- ๓.๓.๔.๗. Protection Standard: IP๕๔
- ๓.๓.๔.๘. Standards / Conformance: EN๖๐๗๗๐, EN๖๑๓๒๖

#### ๓.๓.๕ Room Pressure sensor

##### Technical Detail:

- ๓.๓.๕.๑. Accuracy:  $\pm 1\%$ .
- ๓.๓.๕.๒. Measuring setup: Full range ๐ to ๑๐๐ Pa, ๐ to ๒๕๐ Pa, ๐ to ๕๐๐ Pa, ๐ to ๗๕๐ Pa or ๐ to ๑๐๐๐ Pa
- ๓.๓.๕.๓. Supply voltage: ๑๖-๓๐ VDC/VAC.
- ๓.๓.๕.๔. Output signals: ๐-๑๐ V.

๓.๓.๕.๕. Ambient Temperature: -๑๐ to +๖๐ °C.

๓.๓.๕.๖. Response time: ๐.๕-๔ S.

๓.๓.๕.๗. Protection Standard: IP๕๔ สภาวะอากาศสะอาดได้ทั้งหมด

## หมวดที่ ๔ วัสดุท่อสำหรับระบบปรับอากาศ (Pipe and Fitting Material) (ห้องผ่าตัด OR๑-๓,ห้องผ่าตัดย่อย)

### ๔.๑ ความต้องการทั่วไป

- ๔.๑.๑ วัสดุท่อ น้ำ ข้อต่อท่อ น้ำ และอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการติดตั้งสำหรับระบบปรับอากาศ จะต้องได้มาตรฐานตามข้อกำหนด และในรายละเอียดของหมวด “วัสดุท่อสำหรับระบบปรับอากาศ” และจะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานเสียก่อนจึงจะนำมาใช้ในการติดตั้งได้
- ๔.๑.๒ วัสดุท่อ น้ำ และข้อต่อต่างๆ ก่อนนำไปติดตั้ง จะต้องได้รับการทาสีป้องกันสนิมเสียก่อนตามรายละเอียดของหมวด “การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรื้อสี” และสีจะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานเสียก่อนจึงจะนำมาใช้งานได้
- ๔.๑.๓ การเชื่อมต่อระบบท่อ น้ำ เย็นกับระบบอาคาร ให้เชื่อมต่อโดยวิธี Hot tapping โดยให้ทางผู้รับจ้าง นำเสนอวิธีการและรายละเอียดขั้นตอนการทำงานให้ทางผู้ควบคุมงานพิจารณา ก่อนดำเนินการ เพื่อให้มีให้กระทบกับระบบหลักของอาคาร

### ๔.๒ ท่อ น้ำ เย็น และข้อต่อ (Chilled Water Pipe and Fitting) (ห้องผ่าตัด OR๑-๓,ห้องผ่าตัดย่อย)

- ๔.๒.๑ ท่อ น้ำ เย็น (Chilled Water Pipe) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๖๕๐ มิลลิเมตร (๒๖ นิ้ว) และใหญ่กว่า กำหนดให้ใช้เป้นท่อเหล็กดำ (Black Steel Pipe) แบบ Spiral Welded Pipe ผนังท่อ มีความหนา ๙.๕ มิลลิเมตร ตามมาตรฐาน AWWAC๒๐๐
- ๔.๒.๒ วัสดุข้อต่อท่อ น้ำ (Pipe Fitting) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๖๕๐ มิลลิเมตร (๒๖ นิ้ว) และใหญ่กว่า เช่น สามทางตรง สามทางลด สามทางวาย ของอชอโคจ และขอลดอนุญาตให้ใช้วัสดุท่อดังกล่าว ขางต นนำมาตัดเป็นชิ้นส่วนและเชื่อมประกอบเป็นรูปข้อต่อต่างๆ ได้ หรือจะใช้ Weld-O-Let ช่วยในการ ประกอบสามทางก็ได้เช่นกัน แต่ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบ Shop Drawing แสดงวิธีการตัดประกอบ และการเชื่อม ให้วิศวกรควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการประกอบและติดตั้ง สะเก็ดรอย เชื่อมและสนิมต่างๆ จะต้องถูกกำจัดออกให้หมดก่อนทำสีกันสนิมและสีรองพื้น
- ๔.๒.๓ ท่อ น้ำ เย็น (Chilled Water Pipe) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๖๐๐ มิลลิเมตร (๒๔ นิ้ว) และเล็กกว่า กำหนดให้ใช้เป้นท่อเหล็กดำ (Black Steel Pipe) ชนิด ERW Seamed Pipe มีคุณสมบัติตาม มาตรฐาน API-๕L หรือ ASTM A-๕๓ Grade A หรือ Grade B ความหนาไม่น้อยกว่า Schedule ๔๐ ท่อทุกท่อจะต้องทำปลายท่อแบบ Bevel End และพิมพรหัสเครื่องหมายมาตรฐาน และขนาดระบุ ลงบนตัวท่อสำหรับท่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเกิน ๑๐ มิลลิเมตร (๓/๘ นิ้ว)
- ๔.๒.๔ วัสดุข้อต่อท่อ น้ำ (Pipe Fitting) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๖๐๐ มิลลิเมตร (๒๔ นิ้ว) และเล็กกว่า กำหนดให้ใช้ Standard Weight Fitting ตามรายละเอียดต่อไปนี้ ท่อ น้ำ และข้อต่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๕๐ มิลลิเมตร (๒ นิ้ว) และเล็กกว่า สามารถต่อแบบเกลียวได้ ท่อ น้ำ และข้อต่อที่มีขนาดเส นผ่าศูนย์กลาง ๖๕ มิลลิเมตร (๒๑/๒ นิ้ว) จนถึง ๖๐๐ มิลลิเมตร (๒๔ นิ้ว) ให้ต่อดว้ยวิธีเชื่อม (Welded Joints) หรือการต่อดว้ยหน้าแปลน (Flanged Connections) หน้าแปลนใช้ Forged-Steel แบบ Slip-On, Welding Neck หรือ Socket Welding มาตรฐาน BS๑๐Table F มาตรฐาน ANSIB๑๖.๕ (BS๑๕๖๐) ปะเก็นใช้ Natural Rubber หรือ Asbestos อุปกรณ์ประกอบท่อแบบ

Union ใช้แบบ Ground Joint Bronze or Brass to Iron Seat ข้อต่อท่อน้ำ (Pipe Fitting) จะต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า ๑.๕ เท่าของ Working Pressure

#### ๔.๓ ท่อน้ำคอนเดนเซอร์ และข้อต่อ (Condenser Water Pipe and Fitting)

- ๔.๓.๑ ท่อน้ำคอนเดนเซอร์ (Condenser Water Pipe) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๖๕๐ มิลลิเมตร (๒๖ นิ้ว) และใหญ่กว่าโดยทั่วไปกำหนดให้ใช้เป็นท่อเหล็กดำแบบ Spiral Welded Pipe ผนังท่อมีความหนา ๙.๕ มิลลิเมตร ตามมาตรฐาน AWWA C๒๐๐
- ๔.๓.๒ วัสดุข้อต่อท่อน้ำคอนเดนเซอร์ (Pipe Fitting) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๖๕๐ มิลลิเมตร (๒๖ นิ้ว) และใหญ่กว่า เช่นสามทางตรง สามทางลด สามทางวาย ข้องอ ข้องโค้ง และข้อลด อนุญาตให้ใช้วัสดุท่อดังกล่าวข้างต้นนำมาตัดเป็นชิ้นส่วน และเชื่อมประกอบเป็นรูปข้อต่อต่างๆ ได้ หรือจะใช้ Weld-O-Let ช่วยในการประกอบสามทางก็ได้เช่นกัน แต่ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบ Shop Drawing แสดงวิธีการตัดประกอบ และการเชื่อมให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการประกอบและติดตั้งสะเก็ดรอยเชื่อม และสนิมต่างๆ จะต้องถูกกำจัดออกให้หมดก่อนทำสีกันสนิม และสีรองพื้น
- ๔.๓.๓ ท่อน้ำคอนเดนเซอร์ (Condenser Water Pipe) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๖๐๐ มิลลิเมตร (๒๔ นิ้ว) และเล็กกว่ากำหนดให้ใช้เป็นท่อเหล็กดำ (Black steel Pipe) ชนิด ERW Seamed Pipe มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน API-๕L หรือ ASTM-A-๕๓ Grade A หรือ grade B ความหนาไม่น้อยกว่า Schedule ๔๐ ท่อทุกท่อจะต้องทำปลายท่อแบบ Bevel End และพิมพรหัสเครื่องหมายมาตรฐาน และขนาดระบุลงบนตัวท่อสำหรับท่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเกิน ๑๐ มิลลิเมตร (๓/๘ นิ้ว)
- ๔.๓.๔ วัสดุข้อต่อท่อน้ำคอนเดนเซอร์ (Pipe Fitting) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๖๐๐ มิลลิเมตร (๒๔ นิ้ว) และเล็กกว่ากำหนดให้ใช้ Standard Weight Fitting แบบเชื่อม หรือแบบต่อด้วยเกลียวท่อน้ำและข้อต่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๕๐ มิลลิเมตร และเล็กกว่าสามารถต่อแบบเกลียวได้ ท่อน้ำและข้อต่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๖๕ มิลลิเมตร (๒๑/๒ นิ้ว) จนถึง ๖๐๐ มิลลิเมตร (๒๔ นิ้ว) ให้ต่อด้วยวิธีเชื่อม (Welded Joints) หรือการต่อด้วยหน้าแปลน (Flanged Connections) หน้าแปลนใช้ Forge -Steel แบบ Slip-On, Welding Neck หรือ Socket Welding ตามมาตรฐาน BS๑๐Table F มาตรฐาน ANSIB๑๖.๕ (BS๑๕๖๐) ปะเก็นใช้ Natural Rubber หรือ Asbestos อุปกรณ์ประกอบท่อแบบ Union ใช้แบบ Ground Joint Bronze or Brass to Iron Seat ข้อต่อท่อน้ำ (Pipe Fitting) จะต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า ๑.๕ เท่าของ Working Pressure ท่อน้ำคอนเดนเซอร์ และข้อต่อทั้งหมดบริเวณหอบระบายความร้อนให้ใช้เป็นท่อ ABS หรือ HDPE ๑๐ โดยท่อ ABS หรือ HDPE ต้องมีคุณสมบัติในการป้องกันรังสี UV ได้โดยจุดต่อระหว่างท่อ ABS หรือ HDPE กับท่อเหล็กดำให้อยู่ภายในอาคารไม่น้อยกว่า ๒ เมตรจากผนัง หรือตามความเห็นชอบของวิศวกรผู้ควบคุมงาน

**หมวดที่ ๕ ฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็น** (ห้องฆ่าตัด OR๑-๓,ห้องฆ่าตัดย่อย)

#### ๕.๑ ข้อกำหนดทั่วไป

ท่อน้ำเย็นต้องได้รับการทดสอบรอยรั่ว และทาสีกันสนิมโดยเรียบร้อยก่อนหุ้มฉนวนการหุ้มฉนวนท่อน้ำเย็นจะต้องหุ้มท่อตลอดแนวท่อ แมในช่องที่ท่อเดินผ่านผนัง กำแพง และพื้น รวมทั้งบริเวณที่ท่อสวมต่อเข้ากับข้อต่อหน้าแปลนของวาลวต่างๆจะต้องหุ้มฉนวนให้แนบติดผิวท่อไม่มีโพรงอากาศซึ่งอยู่ภายในอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต่อในระบบท่อน้ำเย็นที่จะมีหยดน้ำที่กลั่นตัวจับเกาะ (Condensation) ให้หุ้มทับด้วยฉนวน และมีความหนาแบบเดียวกับฉนวนหุ้มท่อน้ำที่ติดตั้งอุปกรณ์นั้น

## ๕.๒ ฉนวนชนิด EPDM

ฉนวนที่จะติดตั้งทั้งหมดต้องหุ้มด้วยฉนวนยางประเภท Closed cell EPDM elastomeric thermal insulation ชนิดที่ไม่เป็นเทอร์โมพลาสติก ที่หลอมเหลว เมื่อถูกความร้อน และทำจากวัสดุ NON-POLAR POLYMER โดยต้องมีคุณสมบัติและมาตรฐาน ดังนี้

### คุณสมบัติของฉนวน (INSULATION PROPERTIES)

รายละเอียด	คุณสมบัติ	มาตรฐานการตรวจสอบ	
ชนิดวัสดุ	ยางสังเคราะห์ EPDM โครงสร้างเซลล์ปิด NON-POLAR	-	
ความหนาแน่น (lbs./ft <sup>๓</sup> ) กก./ม <sup>๓</sup> (kg/m <sup>๓</sup> )	๓-๖ (๔๘-๙๖ kg/m <sup>๓</sup> )	ASTMD ๑๖๖๗	หน้าใช้
ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน BTU.in/ft <sup>๒</sup> .hr. °F	๐.๒๕ (๐.๐๓๗ W/mk) ที่อุณหภูมิเฉลี่ย ๗๕ °F (๒๔°C)	ASTM C ๑๗๗, JIS A ๑๔๑๒ DIN ๕๒๖๑๓	
ค่าแทรกซึมความชื้น (perm-in) ค่าการต้านความชื้น (μ)	ไม่เกิน ๐.๑๐ μ ≥ ๗๐๐๐	ASTM E ๙๖, C ๓๕๕ DIN ๕๒๖๑๕	
สภาพการติดไฟ	ไฟดับได้เอง ไฟดับได้เอง และไม่เกิดหยดไฟ (Vo) ๒๕/๕๐	ASTM D ๖๓๕ UL ๙๔ ASTM E ๘๔	
	CLASS ๕.๓	EMPA	
ปริมาณไนไตรล์ (NITRILE CONTENT)	๐	ไม่ทำให้เกิด HCN (ไอโตรเจนไซยาไนด์) จากการเผาไหม้	
ปริมาณไนโตรซามีน (NITROSAMINE)	ไม่พบ	US.FDA	
ค่าการดูดซึมน้ำ (ร้อยละ โดยน้ำหนัก)	≤๕	ASTM D ๑๐๕๖	
ป้องกันก๊าซโอโซน/UV	ดีมาก	ASTM D ๑๑๗๑	

(THICKNESS OF INSULATION) ฉนวนที่ใช้ต้องมีความหนาเพียงพอ เพื่อป้องกันการเกิดหยดเหงื่อ(CONDENSATION) บนผิวฉนวน เมื่อบนน้ำเย็นมีอุณหภูมิที่ผิวท่อ ๔๔°F และสภาพอากาศมีความชื้นไม่เกิน ๘๕% RH ที่อุณหภูมิห้อง ๙๐°F ฉนวนที่ใช้ควรมีความหนาไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับรายการต่อไปนี้

รายการ	ขนาดท่อ	ความหนาฉนวน
เครื่องทำน้ำเย็น (CHILLER)	-	๑ ๑/๒" (๓๘ mm.)
ปั๊มน้ำเย็น (CHILLED WATER PUMP)	-	๑ ๑/๒" (๓๘ mm.)
ท่อน้ำเย็น (CHILLED WATER PIPE LINE)	ไม่เกิน ๑"IPS ๑ ๑/๔"IPS – ๓"IPS ๓ ๑/๔" ขึ้นไป	๑ ๑/๔" (๓๒ mm.) ๑ ๑/๒" (๓๘ mm.) ๒" (๕๐ mm.)
ท่อน้ำทิ้ง (CONDENSATE DRAIN PIPE)	ไม่เกิน ๓"IPS ๓" ขึ้นไป	๓/๔" (๒๐ mm.) ๑ ๑/๔" (๓๒ mm.)

การหุ้ม

ฉนวนท่อน้ำเย็น จะต้องหุ้มท่อตลอดแนวท่อ แม้ในช่วงที่ท่อเดินลอด ที่ท่อสวมสอดตามข้อต่อหน้าแปลน วาล์วต่างๆ ฉนวนจะต้องหุ้มให้แนบติดผิวท่อไม่มีโพรงอากาศซึ่งอยู่ภายใน

- อุปกรณ์ต่างๆ ที่ต่อในระบบท่อน้ำเย็นที่จะมีหยดน้ำที่กลั่นตัวจับเกาะ (COLD SURFACE) ให้หุ้มทับด้วยฉนวน และมีความหนาแบบเดียวกับฉนวนหุ้มท่อน้ำ หลังจากหยดน้ำแห้งสนิทแล้ว

### ๕.๓ การติดตั้ง

- ๕.๓.๑ ก่อนการหุ้มฉนวนจะต้องทำความสะอาดผิวนอกของท่อเป็นอย่างดี ไม่มีคราบน้ำปูน หรือสะเก็ดวัสดุอื่นจับติดอยู่ที่จะทำให้ผิวท่อขรุขระรอยเชื่อมที่เปนครึ้มมากต้องแต่งให้เรียบ
- ๕.๓.๒ ใช้กาวตามที่ผู้ผลิตฉนวนชนิดนั้นแนะนำ ทาตรงรอยต่อของฉนวนและประกบติดให้สนิท รอยต่อจะต้องได้แนวเรียบรอยไม่เอียงหรือคด ฉนวนที่หุ้มตัวอุปกรณ์ต่างๆ จะต้องทาที่ผิวฉนวนและผิวอุปกรณ์ก่อนมีการหุ้มฉนวน โดยฉนวนต้องหุ้มทับให้เข้ารูปอุปกรณ์อย่างเรียบรอย และไม่มีโพรงอากาศซึ่งอยู่ภายใน
- ๕.๓.๓ ฉนวนที่เลือกใช้อาจเป็นแบบ Per-Formed Tube หรือแบบ Sheet โดยเลือกใช้ตามความเหมาะสมของความหนาของฉนวนและขนาดท่อ รอยต่อของฉนวนจะต้องไม่มีรอยพับหรือรอยหักเกิดที่ด้านวงในของฉนวนที่หุ้มรอบ ท่อน้ำและรอยต่อจะต้องไม่เป็นรอยบากรูปตัว V ยกเว้นท่อเล็กกว่าเส้นผ่าศูนย์กลาง ๘๐ มิลลิเมตร (๓ นิ้ว)
- ๕.๓.๔ ฉนวนที่หุ้มแล้วจะต้องมีความตึงพอดีไม่หลวมหรือคับจนสังเกตเห็นได้ชัด และห้ามใช้ฉนวนแบบ Per-Formed Tube ที่มีขนาดใหญ่กว่าท่อที่จะหุ้ม
- ๕.๓.๕ บริเวณที่ติดตั้งอุปกรณ์แขวนท่อหรือรองรับท่อ ให้ใช้ชั้น Rigid PU Foam (Fire Retardant) หรือ Neoprene Rubber รองรับท่อตรงบริเวณที่ติดตั้งอุปกรณ์แขวนท่อหรือรองรับท่อ โดยความหนาของ Rigid PU Foam (Fire Retardant) หรือ Neoprene Rubber เท่ากับความหนาของฉนวนที่หุ้มท่อนั้น ความยาวของชั้น Rigid PU Foam (Fire Retardant) หรือ Neoprene Rubber ตามแนวท่อไม่เกิน ๐.๑๕ เมตร (๖ นิ้ว) และให้หุ้มทับด้วยฉนวนแบบ Closed Cell ความหนา ๑๓ มิลลิเมตร (๑/๒ นิ้ว) อีกชั้นหนึ่ง ก่อนที่จะรองรับข้างใต้ด้วยแผ่นสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า ๑.๕ มิลลิเมตร (๐.๐๖ นิ้ว) โดยความยาวของฉนวนและแผ่นสังกะสีให้ยาวเลยส่วนที่เป็น Rigid PU Foam (Fire Retardant) หรือ Neoprene Rubber ขางละ ๕๐ มิลลิเมตร (๒ นิ้ว)

- ๕.๓.๖ ถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น การรองรับท่อน้ำเย็นที่หุ้มฉนวนด้วยที่แขวนท่อจะสามารถใช้ Rigid PU Foam (Fire Retardant) หรืออย่าง Neoprene รองรับท่อตรงบริเวณที่แขวนท่อแทนได้โดยความหนาของ Rigid PU Foam (Fire Retardant) หรืออย่าง Neoprene เท่ากับความหนาของฉนวนที่หุ้มท่อนั้น ความกว้างของ Rigid PU Foam (Fire Retardant) หรืออย่าง Neoprene เท่ากับความกว้างของที่แขวนท่อ และให้หุ้มทับ Rigid PU Foam (Fire Retardant) หรืออย่าง Neoprene ด้วยฉนวน Closed Cell Insulation หนา ๑๓ มิลลิเมตร (๑/๒ นิ้ว) อีกชั้น
- ๕.๓.๗ ฉนวนที่เก็บกองไว้ไม่ถูกวิธี เสียรูป ฉีกขาด ผิดลอก หรือสกปรก จะถูกตัดทิ้งไม่อนุญาตให้นำมาใช้ในการติดตั้งโดยเด็ดขาด ฉนวนที่หุ้มท่อและอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว แต่ได้รับความเสียหายมีรอยถลอก รอยกรีดฉีกขาดหลายแห่งเป็นเนื้อที่มากกว่า ๕% ของพื้นที่ฉนวนส่วนที่ยังมีสภาพดี ในบริเวณนั้นผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนฉนวนให้ใหม่ และจะไม่อนุญาตให้ทำการปะซ่อม หรือหุ้มฉนวนทับอย่างเด็ดขาด
- ๕.๓.๘ ท่อที่หุ้มฉนวนแบบ Closed Cell Insulation ที่ติดตั้งอยู่ภายนอกอาคาร และหรือบน Pipe Bridge จะต้องหุ้มด้วยแผ่นสังกะสีความหนาไม่น้อยกว่า ๐.๔๕ มิลลิเมตร ทับอีกชั้นหนึ่ง และต้องมีการทำสีตามทีระบุในรายละเอียดประกอบแบบหมวด “การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรสน้ำ” หรือให้ใช้ระบบท่อหุ้มฉนวนสำเร็จรูป (Pre insulated pipe)

#### ๕.๔ ฉนวนสำหรับท่อน้ำเย็น และอุปกรณ์

- ๕.๔.๑ ถ้าไม่ได้กำหนดรูปแบบ ให้หุ้มท่อน้ำเย็นด้วยฉนวนแบบ CLOSED CELL RUBBER INSULATION ความหนาตามที่กำหนดไว้ แล้วปิดทับด้วยแผ่น CLOSE CELL RUBBER หนา ๑/๒” ตรรองรอยต่อและต้องมีแผ่นเหล็กฉาบสังกะสีเป็น ARC ไม่ต่ำกว่า USSG#๑๘ ยาว ๖ นิ้ว รองระหว่าง HANGER และฉนวน โดยจุดที่มีการยึดอื่นๆ (นอกเหนือจาก HANGER) ในการหุ้มฉนวนจะต้องพยายามให้มีรอยต่อน้อยที่สุด รอยต่อจะต้องใช้กาวอย่างดีทาเชื่อมต่อกันให้สนิท และมีแถบฉนวนกว้างไม่ต่ำกว่า ๓ นิ้ว หนา ๑/๒ นิ้ว ปิดทับอีกชั้นหนึ่ง ฉนวนหุ้มท่อสำหรับท่อน้ำเย็นที่เดินอยู่บริเวณภายในอาคารที่ไม่มีฝ้าเพดาน ยกเว้นภายในห้องเครื่องส่งลมเย็นและห้องปั๊ม จะต้องมีแผ่น PVC PLASTIC หรือ Jack Tape หุ้มทับให้สนิทอย่างดี ฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็นภายนอกอาคารหรือบนคานฝ้าที่ไม่มีหลังคาปิด ให้หุ้มด้วยแผ่นอลูมิเนียม รีดรองต่อเป็นตะเข็บแบบนูน

#### หมวดที่ ๖ การติดตั้งท่อน้ำระบบปรับอากาศ (Piping Installation) (ห้องผ่าตัด OR๑-๓,ห้องผ่าตัดย่อย)

##### ๖.๑ ความต้องการทั่วไป

- ๖.๑.๑ เนื่องจากเป็นความประสงค์ของแบบที่ไม่ต้องการแสดงรายละเอียดการติดตั้งไว้ทุกประการ จำนวนขอต่อท่อการทำจุดยึดหัวหรือวาลวต่างๆ ที่ต้องทำเพิ่มเติมจากการจัดหลบแนวท่อเพื่อให้ได้ระบบการเดินท่อที่ถูกต้องสมบูรณ์ตามที่ระบุในข้อกำหนดอื่นๆและในแบบไม่เป็นปัญหาทำงานอื่นๆ เป็นส่วนของผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบและไม่สามารถคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจากผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการได้
- ๖.๑.๒ แบบท่อน้ำระบบปรับอากาศเป็นเพียงแผนภูมิแสดงให้เห็นแนวทางการเดินท่อน้ำส่วนการเดินท่อและจัดท่อจริง หรือเพื่อความสะดวกง่ายต่อการเข้าถึงทุกส่วนของท่อ เนื่องจากข้อกำหนดจากขนาดของแบบช่วงหักเลี้ยวหลบข้อต่อวาลว อาจจะได้ไม่ได้แสดงไว้ในแบบ นอกจากนั้นผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบสถาปัตย์ แบบโครงสร้าง แบบระบบปรับอากาศ แบบระบบป้องกันเพลิงไหม้ แบบระบบสุขาภิบาลและแบบระบบไฟฟ้าเพื่อตรวจสอบผนังฝ้า เพดาน คาน ที่ตั้งของช่องท่อ (Pipe Shaft) และขอขัดแย้งจากงานอื่นๆ เพื่อการหักท่อหลบติดตั้งวาลวข้อต่อต่างๆ เท่าที่จำเป็นกับสภาพนั้นๆ

- ๖.๑.๓ การติดตั้งท่อน้ำจะต้องเป็นไปโดยถูกต้องโดยการวัดขนาดความยาวแท้จริง ณ สถานที่ติดตั้ง การติดตั้งจะต้องไม่ก่อให้เกิดแรงกดดันกับระบบท่อต้องอยู่ห่างจากประตูหน้าต่าง และช่องเปิดอื่นๆ
- ๖.๑.๔ การติดตั้งท่อน้ำ จะต้องปล่อยให้มีการยึดและหดตัวโดยไม่เกิดความเสียหายต่อข้อต่อต่างๆ และอุปกรณ์
- ๖.๑.๕ ท่อน้ำในแนวตั้งจะต้องยึดให้ขนานกับแนวผนังหรือเสาและต้องเป็นแนวตรง ผงตะไบนุ่นต่างๆจะต้องกวาดออกจากภายในท่อให้หมดผิวนอกท่อเหล็กกล้าดำต้องทาสีกันสนิมอย่างน้อย ๒ ชั้น
- ๖.๑.๖ ท่อน้ำต้องติดตั้งให้มีแนวเอียงลาดเพียงพอแก่การระบายน้ำทิ้ง (Draining) หรือระบายอากาศออก (Venting)
- ๖.๑.๗ ปลายเปิดของท่อและอุปกรณ์ จะต้องปิดเพื่อป้องกันฝุ่นผงและเศษผง เข้าไปอยู่ภายในท่อและเพื่อสะดวกในการซ่อมบำรุงซ่อมแซมเปลี่ยนแปลงในระบบท่อต้องมียูเนียน หรือหน้าแปลนเท่าที่ปรากฏในแบบระหว่างข้อต่อเขาอุปกรณ์หรือเท่าที่จะเป็นอื่นๆ
- ๖.๑.๘ แนวท่อต้องจัดให้สามารถเข้าถึงได้โดยง่าย เพื่อประโยชน์ในการบำรุงรักษา ซ่อมแซมและเปลี่ยนอุปกรณ์
- ๖.๑.๙ ใช้ข้อต่อที่ได้มาตรฐานในการต่อท่อเปลี่ยนแปลงแนวทางเดินเปลี่ยนขนาดหรือมีข้อแยก
- ๖.๑.๑๐ ติดตั้งวาลวให้กานวาลวอยู่ในแนวตั้งให้มากที่สุด
- ๖.๑.๑๑ หลังจากต่อท่อด้วยแบบชั้นเกลียวหรือเชื่อม ร่องเกลียวส่วนที่เหลือไหลออกมาและรอยเชื่อมต่อทุกแห่งจะต้องใช้แปรงลวดขัดแล้วทาสีกันสนิม Zinc Chromate
- ๖.๑.๑๒ ติดตั้งอุปกรณ์อื่นๆเข้ากับท่ออันได้แก่ท่อระบายอากาศ (Vent Pipe), วาลว (Valve), อุปกรณ์ไล่อากาศอัตโนมัติ (Automatic Air Vent) และท่อปล่อยน้ำทิ้ง (Drain Pipe and Valve) ตามจำนวนที่จำเป็นและตามความต้องการที่ระบุไว้ในแบบ
- ๖.๑.๑๓ ปลายทางของท่อน้ำ หากในแผนผังปรากฏว่ามีท่อน้ำแสดงไว้สำหรับต่อเติม ขยายออกไปในอนาคตแล้ว จะต้องต่อท่อเหล่านี้ออกไปให้พ้นจากสิ่งกีดขวาง แล้วใส่วาลวและหน้าแปลนบอด (Blind Flange) หรือฝาครอบปิดไว้ และหากจำเป็นจะต้องกลบดินในระยะนี้เสียก่อน ก็อาจจะทำได้โดยต่อกับหลักและติดป้ายแสดงตำแหน่งปลายท่อเหล่านี้ไว้

## ๖.๒ ลักษณะการเดินท่อ (Appearance)

ลักษณะการเดินท่อ การติดตั้งท่อต้องกระทำด้วยความประณีต ปรากฏความเปราะเปียบเรียบเรียบร้อยแก่สายตา การเลี้ยวการหักมุม การเปลี่ยนแนวระดับ ต้องใช้ข้อต่อที่เหมาะสมให้กลมกลืนกับลักษณะรูปร่างของอาคารในส่วนนั้นๆ แนวท่อต้องให้ขนานหรือตั้งฉากกับอาคารเสมอ อย่าให้เฉหรือเอียงจากแนวอาคาร หากที่ใดต้องแขวนท่อจากเพดานหรือจากโครงสร้างเหนือศีรษะ และมีได้กำหนดตำแหน่งที่แน่นอนไว้ในแบบแล้ว ต้องแขวนท่อนั้นชิดข้างบนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทั้งนี้เพื่อมิให้ท่อนั้นเป็นที่กีดขวางแก่สิ่งติดตั้งที่เพดาน หรือเหนือศีรษะ เช่น โคมไฟ ท่อลม ฯลฯ เป็นต้น และผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแนวระดับท่อของระบบต่างๆ ให้แน่นอนก่อนการติดตั้งระบบท่อระบบใดระบบหนึ่งเพื่อมิให้ท่อเหล่านี้กีดขวางกัน

## ๖.๓ ฝีมืองาน (Workman ship)

ฝีมืองานผู้รับจ้างจะต้องใช้ช่างซึ่งชำนาญงานโดยเฉพาะในแต่ละประเภท มาปฏิบัติงานติดตั้งระบบท่อเครื่องจักรและอุปกรณ์ และต้องควบคุมการทำงานของช่างเหล่านี้ให้ดำเนินไปโดยชอบด้วยหลักปฏิบัติ ดังต่อไปนี้

- ก. การตัดต่อแต่ละท่อ ต้องให้ได้ระยะพอดีตามความต้องการที่ใช้งาน ณ จุดนั้นๆ ซึ่งเมื่อต่อบรรจบกัน แล้วต้องได้นแนวท่อที่สม่ำเสมอไม่คด และคลาดเคลื่อนจากแนวไปป์ไลน์
- ข. การติดตั้งท่อ ต้องวางในลักษณะที่เมื่อเกิดการหดตัวหรือขยายตัวของท่อเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแล้วไม่ทำให้เกิดการเสียหายแก่ตัวท่อนั้นเองหรือแก่สิ่งใกล้เคียงระบบท่อที่มีการขยายตัว และหดตัวมากต้องจัดให้มี Expansion Loop หรือ Expansion Joint ในที่ที่จำเป็น และเหมาะสม ด้วย ถึงแม้จะไม่ได้กำหนดไว้ในแบบแปลนก็ตาม
- ค. การตัดท่อให้ใช้เครื่องสำหรับตัดท่อโดยเฉพาะ และต้องควานปากท่อชุดเศษท่อที่ฝังติดค้างอยู่ปากท่อออกให้หมด หากทำเกลียวต้องใช้เครื่องมือทำเกลียวที่มีพจนคม เพื่อให้พจนเกลียวเรียบและได้ขนาดตามมาตรฐาน
- ง. ทันทีที่ต้องเปลี่ยนแนวหรือทิศทางของท่อ ให้ใช้ข้อต่อตามความเหมาะสม(ข้อต่อ หมายถึงข้อโค้งของอสามตา ฯลฯ เป็นต้น) และหากมีการเปลี่ยนแปลงขนาดของท่อ ณ จุดใด ให้ใช้ข้อลดเท่านั้น

#### ๖.๔ การวางตำแหน่งของส่วนประกอบการเดินท่อ (Location of Device)

การวางตำแหน่งของส่วนประกอบการเดินท่อบรรดาส่วนประกอบต่างๆ ของระบบท่อ เช่น วาลว่น้ำ มาตรวัดน้ำ เกจวัดความดัน ฯลฯ เป็นต้น ต้องวางให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมกับการใช้งานโดยปกติ และสามารถถอดซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนใหม่ได้โดยง่าย

#### ๖.๕ การเก็บรักษาท่อน้ำ (Storage and Cleaning)

การเก็บรักษา และการป้องกันกันการชำรุด บุกสลายของท่อน้ำและอุปกรณ์ ระหว่างการติดตั้ง ให้ผู้รับจ้างปฏิบัติตามแนวทาง ดังต่อไปนี้

- ก. ท่อน้ำควรเก็บไว้บนชั้นเหล็กที่เหมาะสมภายในโกดังที่มีหลังคาคลุมและฝาปิด ไม่ควรวางกองกับพื้น เพื่อป้องกันการเกิดสนิมและมีเศษวัสดุอยู่ภายในท่อ สำหรับท่อเหล็กดำ (Carbon Steel Pipe) ควรทาสีป้องกันสนิมด้วย Red Lead Primer
- ข. ก่อนการติดตั้งท่อ จะต้องทาสีภายในท่อเอาเศษผงออกให้หมด และเช็ดถูภายนอกท่อให้สะอาด
- ค. ปลายท่อทุกปลายควรใช้ปลั๊กอุดหรือฝาครอบเกลียวครอบไว้หากต้องละจากงานต่อท่อในส่วนนั้นไปชั่วคราว
- ง. ระหว่างการติดตั้งท่อ ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังและป้องกันไม่ให้เศษวัสดุต่างๆ ตกหล่นเข้าไปในท่อและผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบความเสียหายที่เกิดขึ้น
- จ. หลังจากการติดตั้งแล้วถ้าเห็นว่ายังมีเกลียวเหลือไหลออกมาจากข้อต่อต่างๆ จะต้องทาสีที่เกลียวนั้น ด้วย Zinc-Chromate Paint และถ้าหากการต่อท่อด้วยการเชื่อมไฟฟ้าจะต้องเคาะตะกรันออก โดยใช้แปรงลวดขัดรอยเชื่อมและที่สกรอยเชื่อมนั้นด้วย Zinc-Chromate Paint ก่อนการเดินเครื่องหรือเดินระบบเกี่ยวกับท่อน้ำภายในท่อน้ำทั้งระบบจะต้องทำการล้างด้วยน้ำให้ใสสะอาด
- ฉ. วาลว่น้ำข้อต่อ และส่วนประกอบอื่นสำหรับการติดตั้งท่อให้ตรวจดูภายในและทำความสะอาดภายในให้ทั่วถึง ก่อนนำมาประกอบติดตั้ง
- ช. อุปกรณ์หรือเครื่องจักรให้หุ้มหรือคลุมกันไว้เพื่อป้องกันมิให้เกิดการแตกหักบุบสลาย
- ซ. เมื่อได้กระทำการติดตั้งเสร็จสมบูรณ์แล้ว ต้องตรวจดูความเรียบร้อยและทำความสะอาดอุปกรณ์ให้ทั่วถึงเพื่อส่งมอบงานให้แก่เจ้าของโครงการในสภาพที่ปราศจากตำหนิและข้อบกพร่อง และใช้การได้ตามวัตถุประสงค์ของเจ้าของโครงการเป็นอย่างดี

## ๖.๖ การต่อท่อเข้ากับอุปกรณ์

- ๖.๖.๑ การต่อท่อเข้าเครื่องสูบน้ำถังน้ำและอุปกรณ์ต่างๆ จะต้องต่อท่อเขาในลักษณะที่ไม่ให้เกิดมีแรงกดหรือแรงดึงระหว่างท่อน้ำและอุปกรณ์นั้น ให้ใช้ยูเนียนหรือหนาแปลนต่อก่อนเข้าอุปกรณ์เหล่านั้น เพื่อการถอดอุปกรณ์ออกหรือเคลื่อนย้าย
- ๖.๖.๒ จะต้องไม่มีแนวท่อน้ำเดินอยู่เหนือแผงไฟฟ้าหรือหม้อแปลงไฟฟ้าหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยเด็ดขาด
- ๖.๖.๓ การต่อท่อเข้ากับวาลว่น้ำ
- ก. ให้ติดตั้งวาลว่น้ำไว้ที่ท่อน้ำก่อนเข้าอุปกรณ์ตามตำแหน่งที่ได้แสดงไว้ในแบบ โดยกำหนดชนิดของวาลว์ไว้ดังนี้
- (๑) Gate Valve หรือ Butterfly Valve หรือ Ball Valve ติดตั้งในระบบท่อเพื่อใช้สำหรับตัดต่อน้ำ
  - (๒) Globe Valve ติดตั้งในระบบท่อที่ต้องการปรับความดันและอัตราการไหลของน้ำ
  - (๓) Check Valve ติดตั้งในระบบท่อที่จำเป็นและไม่ต้องการให้น้ำไหลกลับ
  - (๔) Union ติดตั้งไว้ทางด้านใต้น้ำของวาลวทุกตัวและก่อนท่อเข้าอุปกรณ์ห้ามติดตั้งยูเนียนฝังไว้ในกำแพงเพดานหรือฝ้ากั้น
- ข. การติดตั้งตำแหน่งและชนิดของวาลว่น้ำให้ปฏิบัติดังต่อไปนี้
- (๑) วาลว่น้ำจะต้องติดตั้งตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบ
  - (๒) วาลวทุกตัวต้องติดตั้งในตำแหน่งที่สะดวกแก่การตรวจหรือถอด เพื่อซ่อมหรือเปลี่ยนหรือมีฉนวนก็ต้องจัดให้มีช่องทางที่จะจัดการถอดเพื่อซ่อมหรือเปลี่ยนได้
  - (๓) การติดตั้งวาลวทุกตัวต้องเป็นชนิดที่ทำขึ้นเพื่อใช้กับแรงดันตามที่กำหนดในหัวข้อวาลว์และอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำเวนแต่ละระบุไว้เป็นอย่างอื่น

## ๖.๗ การติดตั้ง (Installation Practice)

- ๖.๗.๑ การเปลี่ยนแนวทางเดินท่อ เปลี่ยนขนาด ต้องใช้ข้อต่อขนาดมาตรฐานเสมอ ท่อแยก (Branch) ที่ต่อออกจากท่อเมน (Main) ให้ใช้ TEE มาตรฐานนอกจากท่อแบบเชื่อมขนาด ๒๐๐ มิลลิเมตร (๘ นิ้ว) และใหญ่กว่าหากท่อแยกมีขนาดไม่เกินครึ่งหนึ่งของท่อเมนยอมให้ใช้ Weld-O-Let ได้
- ๖.๗.๒ ขงอ (Elbow) ต้องเป็นแบบรัศมีกว้าง (Long Radius Elbow)
- ๖.๗.๓ ในกรณีที่ใช้ข้อลดสำหรับท่อในแนวนอน (Horizontal) และในช่องเดินท่อ (Pipe Shaft) ให้ใช้ข้อลดเบี้ยว (Eccentric Reducer) ในท่อระดับให้ติดตั้งให้ด้านหลังท่ออยู่ในระดับเดียวกันด้านลดขนาดอยู่ด้านล่างทั้งท่อน้ำส่งและท่อน้ำกลับ เพื่อไม่ให้อากาศค้างอยู่ภายใน และในท่อตั้งให้หลังเรียบเพื่อยึดกับ Support
- ๖.๗.๔ ขอลดของท่อแบบเกลียวห้ามใช้แบบลดเหลี่ยม (Bushing)
- ๖.๗.๕ ติดตั้ง Automatic Air Vent พร้อม Gate Valve และต่อท่อจาก Air Vent ไปยังจุดที่น้ำที่ใกล้ที่สุดสำหรับบริเวณต่อไปนี้คือ
- ก. Main Header ในห้องเครื่องทำน้ำเย็น
  - ข. อื่นๆ ตามที่ระบุในแบบ
- ๖.๗.๖ จุดยึดท่อ (Clamp) ในแนวตั้ง (Vertical Riser) และข้อต่อไม่ควรอยู่สูงกว่า ๑.๕๐ เมตร (๕ ฟุต) จากพื้นของแต่ละชั้น

๖.๗.๗ จุดต่ำสุดของท่อแนวตั้ง (Riser) ทุกท่อต้องติดตั้ง Drain Valve ไว้ภายน้ำทิ้งและจากวาล์วต่อท่อสั้นๆ ขนาดเท่าวาล์วพร้อมมี Cap ปิดปลาย ขนาดของวาล์วน้ำทิ้งให้เป็น ดังนี้

ขนาดท่อแนวตั้ง		ขนาดวาล์ว ถ่ายน้ำทิ้ง	
มิลลิเมตร	นิ้ว	มิลลิเมตร	นิ้ว
Ø๑๐๐และเล็กกว่า	๔"Ø และเล็กกว่า	๒๐	๓/๔
Ø๑๕๐- ๒๐๐	๖"-๘"Ø	๒๕	๑
Ø๒๕๐- ๓๐๐	๑๐"-๑๒"Ø	๔๐	๑๑/๒
Ø๓๕๐- ๔๐๐	๑๔"-๑๖"Ø	๕๐	๒
Ø๔๕๐และใหญ่กว่า	๑๘"Øและใหญ่กว่า	๖๕	๒๑/๒

๖.๗.๘ ท่อในแนวตรง ต้องต่อท่อให้มีข้อต่อน้อยที่สุดห้ามใช้เศษท่อต่อกัน

๖.๗.๙ ท่อระบายน้ำทิ้งจากเครื่องปรับอากาศต้องมี Trap และลาดเอียงไปทางปลายทางไม่น้อยกว่า ๒๕ มิลลิเมตรต่อความยาว ๓เมตร (๑ นิ้วต่อความยาว ๑๐ ฟุต) หรือ Slope ประมาณ ๑ ต่อ ๑๐๐ หาก Slope น้อยกว่า ๑ ต่อ ๑๐๐ ให้เลือกขนาดท่อใหญ่ขึ้นถัดไป

๖.๗.๑๐ ช่องว่างระหว่างท่อน้ำและอุปกรณ์ จะต้องเผื่อที่ไว้ให้เพียงพอสำหรับการเข้าไปบำรุงรักษา ช่องว่างเหนือท่อน้ำ และช่องเปิดบริการจะต้องมีที่ไม่น้อยกว่า ๖๐๐ มิลลิเมตร (๒๔ นิ้ว) และที่ซึ่งติดตั้งวาล์วควรหลีกเลี่ยงไม่ให้งานวาล์วกีดขวางทางขึ้นช่องเปิดบริการ (Access Ways) การติดตั้งท่อน้ำและเครื่องสูบน้ำจะต้องติดตั้ง และจัดให้มีระยะพอเพียงสำหรับเขาไปเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อนำออกมาซ่อมแซมแก้ไขเพื่อให้การใช้งานของระบบต่างๆ มีประสิทธิภาพที่ดี ควรจัดเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ และข้อต่อท่อน้ำติดตั้งไว้ด้วย

## หมวดที่ ๗ วาล์ว (Valves) (ห้องผ่าตัด OR๑-๓,ห้องผ่าตัดย่อย)

### ๗.๑ ความต้องการโดยทั่วไป

๗.๑.๑ ผู้รับจ้างจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำในระบบปรับอากาศ ที่มีคุณสมบัติและลักษณะที่ถูกต้องทาง ด้านเทคนิคและข้อกำหนดให้เป็นไปตามแบบและรายการ จนสามารถใช้งานได้ดีและสมบูรณ์ตามที่ต้องการ

๗.๑.๒ อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำต่างๆ ที่มีได้แสดงไว้ในแบบ แต่มีความจำเป็นและทำให้ระบบสมบูรณ์ยิ่งขึ้น จะต้องจัดหาและติดตั้งให้ด้วย

๗.๑.๓ อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำที่มีลักษณะเดียวกัน จะต้องเป็นผู้ผลิตภัณฑ์เดียวกัน

๗.๑.๔ อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำจะต้องเป็นแบบที่มีลักษณะและคุณสมบัติที่เหมาะสมที่ใช้กับของเหลวในระบบ

๗.๑.๕ อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า ๑.๕ เท่าของแรงดันสูงสุดในระบบ

๗.๑.๖ อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำ จะต้องมีความหนาเท่ากับท่อน้ำที่อุปกรณ์ดังกล่าวติดตั้งอยู่

๗.๑.๗ อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำที่มีความจำเป็นจะต้องใช้ในการอ่านค่าหรือบำรุงรักษาเป็นประจำจะต้องติดตั้งไว้ในที่ซึ่งสามารถเข้าถึงได้ง่ายและสะดวก

๗.๑.๘ อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำจะต้องติดตั้งให้ถูกต้องตามลักษณะของการใช้งานไม่ให้เกิดเสียงดังและการสั่นสะเทือน

## ๗.๒ Gate Valve

- ๗.๒.๑ Gate Valve ใช้สำหรับตัดต่อและเปิด-ปิดน้ำในระบบท่อน้ำ
- ๗.๒.๒ Gate Valves สำหรับใช้กับท่อขนาด ๕๐ มิลลิเมตร (๒ นิ้ว) และเล็กกว่าตามที่แสดงไว้ในแบบ
- ๗.๒.๓ Gate Valve ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๑๕ มิลลิเมตร (๑/๒ นิ้ว) จนถึงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๕๐ มิลลิเมตร (๒ นิ้ว.) ตัววาล์วทำด้วย Bronze แบบ Screw Bonnet, Rising Stem, Solid Wedge, Screw Ends. ต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า ๑.๕ เท่าของแรงดันสูงสุดในระบบ

## ๗.๓ Balancing Valves (วาล์วปรับอัตราการไหล) สำหรับเครื่องส่งลมเย็นขนาดใหญ่ (Air Handling Units)

ให้ติดตั้งวาล์วปรับอัตราการไหลที่ท่อทางออกของเครื่องส่งลมเย็น เพื่อปรับอัตราการไหลของน้ำเย็นที่ผ่านคอยล์ของเครื่องส่งลมเย็น ให้มีค่าคงที่อย่างต่อเนื่องตลอดช่วงเวลาที่ใช้งานแม้ว่าความดันในเส้นท่อจะมีการเปลี่ยนแปลง และต้องสามารถปรับอัตราการไหลของน้ำเย็นให้ลดลงแปรเปลี่ยนไปตามภาระการทำความเย็นที่ต้องการ เพื่อสามารถควบคุมอุณหภูมิห้องให้ได้ตามอุณหภูมิที่ตั้งไว้ (Set Point) วาล์วต้องสามารถปรับอัตราการไหลของน้ำเย็นที่ต้องการภายในแต่ละช่วงภาระความเย็น (Part Load) ให้คงที่ในช่วงความแม่นยำ (Accuracy)  $\pm 5\%$  (หรือดีกว่า)

### วาล์วปรับอัตราการไหลประกอบด้วย

- ๗.๓.๑ ตัวเรือน(Housing) ทำด้วย Forge Brass (ขนาด ๒๐ - ๕๐ MM) หรือ Ductile Iron (ขนาด ๖๕ - ๒๕๐ MM) มีความดันใช้งานไม่ต่ำกว่า ๓๖๐ PSI.WP ในช่วงอุณหภูมิ - ๑๐๐C ถึง ๑๐๐๐C ข้อต่อท่อให้เป็นแบบยูเนียน(UNION TYPE) หรือหน้าแปลน (Universal Flanged Ends) ทั้งสองด้านเพื่อความสะดวกในการติดตั้งและการซ่อมบำรุงในอนาคต (หรือดีกว่า)
- ๗.๓.๒ ชุดปรับอัตราการไหล (Flow Regulating Unit) อยู่ภายในตัวเรือน ทำด้วยเหล็กกล้าปลอดสนิม (Stainless Steel) และ Diaphragm ทำด้วย EPDM / NBR RUBBER และสามารถควบคุมอัตราการไหลน้ำเย็นได้ในช่วง Delta - P Range ไม่ต่ำกว่า ๖๐๐ kPa. (หรือดีกว่า)
- ๗.๓.๓ ให้มีที่สำหรับติดตั้ง Pressure & Temperature เพื่อตรวจวัดความดันและอุณหภูมิของน้ำเย็นที่ทางเข้าและออกของชุดปรับอัตราการไหล

## ๗.๔ Drain Valves (วาล์วระบายน้ำ)

- ๗.๔.๑ Drain Valves เป็นแบบ Ball Valve & Plug-Type ให้ติดตั้งในตำแหน่งที่ต่ำสุดของระบบท่อน้ำ ไว้สำหรับเปิดไล่ผงและตะกอนออกจากระบบท่อน้ำ หรือเมื่อมีความจำเป็นอื่นๆ
- ๗.๔.๒ Drain Valves จะต้องติดตั้งในตำแหน่งที่สามารถเข้าถึงได้โดยง่าย และสะดวกในการบำรุงรักษา
- ๗.๔.๓ Drain Valves ใช้ขนาด ๑/๒"
- ๗.๔.๔ จะต้องต่อท่อจาก Drain Valves ไปทิ้งไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสม และไม่เป้นอันตราย เช่น บ่อพักน้ำทิ้ง รางระบายน้ำทิ้ง ฯลฯ หรือตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงาน
- ๗.๔.๕ ท่อที่ต่อจาก Drain Valves นี้ จะต้องจับยึดให้แน่นหนา ไม่ให้เกิดการสละบัตของท่อเมื่อปล่อยน้ำทิ้งอย่างรวดเร็ว

### ๗.๕ POP. MOTORIZED VALVE (อุปกรณ์ขับเคลื่อนวาล์วไฟฟ้า)

POP. MOTORIZED VALVE เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของวาล์ว โดยอุปกรณ์จะต้องสามารถปรับอัตราการไหลของน้ำได้ทั้งแบบ Manual และ Automatic อุปกรณ์ POP. MOTORIZED VALVE ต้องมีระดับการป้องกันของแข็งและของเหลวไม่ต่ำกว่าระดับ IP๕๔ โดยแรงดันไฟฟ้าที่ใช้จ่ายต้องมีกำลังไฟฟ้าที่ ๒๔ Vac. และจะต้องสามารถปรับการทำงานในส่วนการควบคุมได้ตั้งแต่ ๐-๑๐Vdc.

## หมวดที่ ๘ อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำในระบบปรับอากาศ (Piping Accessories) (ห้องผ่าตัด OR๑-๓, ห้องผ่าตัดย่อย)

### ๘.๑ ความต้องการโดยทั่วไป

- ๘.๑.๑ ผู้รับจ้างจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำในระบบปรับอากาศที่มีคุณสมบัติ และลักษณะที่ถูกต้องทางด้าน เทคนิคและข้อกำหนดให้เป็นไปตามแบบและรายการ จนสามารถใช้งานได้ดีและสมบูรณ์ตามที่ต้องการ
- ๘.๑.๒ อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำต่างๆที่มีได้แสดงไว้ในแบบ แต่มีความจำเป็นและทำให้ระบบสมบูรณ์ยิ่งขึ้น จะต้องจัดหาและติดตั้งให้ด้วย
- ๘.๑.๓ อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำที่มีลักษณะเดียวกันจะต้องเป็นผู้ผลิตภัณฑ์เดียวกัน
- ๘.๑.๔ อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำ จะต้องเป็นแบบที่มีลักษณะและคุณสมบัติที่เหมาะสมที่ใช้กับของเหลวในระบบ
- ๘.๑.๕ อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า ๑.๕ เท่าของแรงดันสูงสุดในระบบ
- ๘.๑.๖ อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำ จะต้องมีขนาดเท่ากับท่อน้ำที่อุปกรณ์ดังกล่าวติดตั้งอยู่
- ๘.๑.๗ อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำที่มีความจำเป็นจะต้องอ่านค่าหรือบำรุงรักษาเป็นประจำจะต้องติดตั้งไว้ในที่ซึ่งสามารถเข้าถึงได้ง่ายและสะดวก
- ๘.๑.๘ อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำจะต้องติดตั้งให้ถูกต้องตามลักษณะของการใช้งานไม่ให้เกิดเสียงดังและการสั่นสะเทือน

### ๘.๒ Flexible Pipe Connection

- ๘.๒.๑ ไม่ว่าจะแสดงในแบบหรือไม่ก็ตาม ผู้รับจ้างต้องติดตั้งข้อต่ออ่อนเพื่อป้องกันการส่งผ่านความสั่นสะเทือนจากอุปกรณ์ที่มีแรงสั่นสะเทือนไปยังระบบท่อน้ำหรือโครงสร้างที่อุปกรณ์หรือระบบท่อน้ำยึดติดอยู่
- ๘.๒.๒ ข้อต่ออ่อนสำหรับต่อด้านน้ำเข้า-ออกจากเครื่องสูบน้ำเป็นแบบ Rain forced Neoprene Rubber(Bellow Type) สามารถทนแรงดันใช้งาน (W.O.G. Pressure Rating) ได้ไม่น้อยกว่า ๒,๐๖๘ กิโลปาสกาล (๓๐๐ ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ที่อุณหภูมิใช้งานไม่เกิน ๗๗ องศาเซลเซียส (๑๗๐ องศาฟาเรนไฮท์) (หรือดีกว่า)
- ๘.๒.๓ ข้อต่ออ่อนที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๕๐ มิลลิเมตร (๒ นิ้ว) และเล็กกว่ามีข้อต่อแบบเกลียว (Thread-Ed Ends) และยึดข้อต่อโดยใช้เกลียว (Threaded Connection)
- ๘.๒.๔ ข้อต่ออ่อนที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๖๕ มิลลิเมตร (๒๑/๒ นิ้ว) และใหญ่กว่ามีข้อต่อแบบหน้าแปลน (Flanged Ends) และยึดข้อต่อโดยใช้หน้าแปลน (Flanged Connection)
- ๘.๒.๕ การติดตั้งแบบต่อโดยใช้หน้าแปลนต้องมี Guide และ Stopper เพื่อป้องกันการเสียหายอันเนื่องมาจากการยึดตัวของข้อต่ออ่อน
- ๘.๒.๖ ส่วนข้อต่ออ่อนที่ติดตั้งในที่อื่นๆสำหรับจุดที่อาจเกิดการเคลื่อนตัวของท่อในกรณีที่เกิดเหตุ

ไม่เท่ากัน (Differential Settlement) ไม่ว่าจะแสดงในแบบหรือไม้ก็ตาม

### ๘.๓ Strainers (อุปกรณ์ดักผง)

- ๘.๓.๑ Strainers ใช้สำหรับต่อคาน้ำเข้าเครื่องสูบน้ำและที่อื่นๆ ตามที่แสดงในแบบตัวสเตรนเนอร์ เป็นแบบ Y-Pattern
- ๘.๓.๒ Strainers ขนาด ๕๐ มิลลิเมตร (๒ นิ้ว) และเล็กกว่า ทำด้วย Bronze แบบ Screwed End
- ๘.๓.๓ Strainer ขนาด ๖๕ มิลลิเมตร (๒ ๑/๒ นิ้ว) และใหญ่กว่า ทำด้วย Cast-Iron แบบ Flanged End
- ๘.๓.๔ แผ่นตะแกรงดักผงทำด้วย Stainless Steel สามารถถอดออกกลางได้โดยไม่ต้องถอด Strainers ออกจากระบบท่อ น้ำ แผ่นปิดท้ายตะแกรงของ Strainer ที่มีขนาด ๖๕ มิลลิเมตร (๒ ๑/๒ นิ้ว) และใหญ่กว่า ต้องติดตั้งวาลวสำหรับระบายตะกอนทั้งขนาดไม่เล็กกว่า ๑๕ มิลลิเมตร (๑/๒ นิ้ว) พร้อมทั้งมีท่อน้ำและฝาปิด (Cap) ปลายท่อทั้งไว้ด้วย
- ๘.๓.๕ Strainers ต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า ๑.๕ เท่าของแรงดันสูงสุดในระบบ
- ๘.๓.๖ ขนาดของรูตะแกรงดักผงจะต้องมีขนาดดังนี้:-

ขนาด สเตรนเนอร์ มิลลิเมตร (นิ้ว)	ขนาดรู มิลลิเมตร
๒๐ ถึง ๕๐ มิลลิเมตร (๓/๔ นิ้ว ถึง ๒ นิ้ว)	๐.๗๕
๖๕ ถึง ๑๕๐ มิลลิเมตร (๒ ๑/๒ นิ้ว ถึง ๖ นิ้ว)	๑.๕๐
๒๐๐ ถึง ๓๐๐ มิลลิเมตร (๘ นิ้ว ถึง ๑๒ นิ้ว)	๓.๐๐
ใหญ่กว่า ๓๐๐ มิลลิเมตร (ใหญ่กว่า ๑๒ นิ้ว)	๖.๐๐

### ๘.๔ Pressure Gauges (อุปกรณ์วัดแรงดัน)

- ๘.๔.๑ Pressure Gauges เป็นแบบ Bourdon Type สำหรับวัดแรงดันของน้ำตามที่แสดงไว้ในแบบ
- ๘.๔.๒ Pressure Gauges ตัวเรือนทำด้วย Stainless Steel หน้าปัทมกลม เส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๑๐๐ มิลลิเมตร (๔ นิ้ว) มีสเกลบนหน้าปัทมอยู่ในช่วง ๑๕๐ ถึง ๒๐๐% ของความดันที่ใช้งานปกติ Accu-Racy ๑% ของสเกลบนหน้าปัทม (หรือดีกว่า)
- ๘.๔.๓ มีอุปกรณ์ปรับค่าที่ถูกต้องได้
- ๘.๔.๔ สเกลมีหน่วยอ่านค่าเป็น กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (kg/cm<sup>๒</sup>) ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (PSIG) หรือ บาร์ (Bar) หรือ กิโลปาสกาล (K Pa) หรือ มิลลิเมตรปรอท (mmHg.) สำหรับความดันที่ต่ำกว่าบรรยากาศ
- ๘.๔.๕ Pressure Gauges แต่ละชุดจะต้องมี Shut off Valve และ Pressure Snubber ประกอบรวมอยู่ด้วย
- ๘.๔.๖ ความดันที่ใช้งานต้องเหมาะสมกับขนาดสเกลบน Pressure Gauges โดยแรงดันใช้งานจะต้องไม่เกินกว่าความดันสูงสุดที่ปรากฏบนสเกลหน้าปัทม
- ๘.๔.๗ Pressure Gauges ที่ใช้กับของเหลวที่กัดกร่อน (Corrosive Liquid) จะต้องเป็นชนิด Chemical Type with Diaphragm Liquid Separator

### ๘.๕ Thermometers (อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ)

- ๘.๕.๑ Thermometers เป็นแบบหลอดแก้วชนิด Adjustable Angle มีกรอบสเกลยาว ๒๓๐

มิลลิเมตร (๙ นิ้ว) เทอร์โมมิเตอร์ติดตั้งไว้สำหรับวัดอุณหภูมิของน้ำหรือของเหลวที่ด้านเข้า-ออกจากรองและอุปกรณ์ที่แสดงไว้ในแบบ

- ๘.๕.๒ Thermometers ตัวเรือนทำด้วย Cast Aluminum มีกานวัดอุณหภูมิ (Stem) ยาวไม่น้อยกว่า ๙๐ มิลลิเมตร (๓๑/๒ นิ้ว) และจะต้องเลือกช่วงสเกล (Scale Range) ให้เหมาะสมกับอุณหภูมิของน้ำหรือของเหลวที่จะวัดอ่านค่ามีความแม่นยำ (Accuracy)  $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$  (หรือดีกว่า)
- ๘.๕.๓ มีอุปกรณ์สำหรับปรับให้หน้าปัทมของเทอร์โมมิเตอร์อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมและต้องการได้
- ๘.๕.๔ Thermometers จะต้องเลือกใช้งานให้เหมาะสมกับน้ำหรือของเหลวและอุณหภูมิของเหลวนี้ๆ
- ๘.๕.๕ Thermometers จะต้องเป็นแบบ Dual Scale with Cando F
- ๘.๕.๖ Thermometers แต่ละชุดจะต้องติดตั้งร่วมกับ Separable Brass Well โดยมี Connection แบบ Swivel Nut หรือแบบ Union ตัว Well จะต้องมีความยาวลึกเข้าไปในท่อน้ำได้อย่างน้อย ๕๐ มิลลิเมตร (๒ นิ้ว) (หรือดีกว่า)
- ก. สำหรับการติดตั้งกับท่อน้ำขนาดเล็กกว่า ให้ขยายท่อโดยใช้สามตาหรือข้อต่อต่างๆ ประกอบในการติดตั้ง
- ข. การใช้ Separable Well กับท่อที่หุ้มฉนวน ให้คำนึงถึงความหนาของฉนวนหุ้มท่อและให้เลือกใช้แบบกานยาว (Extended Well)
- ๘.๕.๗ Thermometer ควรติดตั้งที่ความสูง ๑.๕๐ เมตร วัดจากพื้นหรือในระดับสายตาเพื่ออำนวยความสะดวกอ่านค่า

## ๘.๖ Bolts, Nuts, and Washers (สกรู, น็อตและแหวน)

อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำต่างๆ ที่มีการต่อกันท่อแบบหน้าแปลนซึ่งจะต้องมี Bolts, Nuts และ Washers ยึดประกอบ รวมอยู่ด้วย กำหนดให้ Bolts, Nuts และ Washer ทำด้วย Stainless steel ระหว่างหน้าแปลนทั้งสองประกอบอยู่จะต้องมีประเก็นยางสังเคราะห์สอดใส่อยู่ด้วย

## หมวดที่ ๙ การเริ่มเดินเครื่อง การปรับแต่งระบบและการทดสอบการใช้งาน (COMMISSIONING OF HVAC)

### ๙.๑ ความต้องการทั่วไป (ห้องผ่าตัด OR๑-๓, ห้องผ่าตัดย่อย)

ก่อนการตรวจรับมอบงานงวดสุดท้าย ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบระบบปรับอากาศและระบายอากาศทั้งหมด เพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ทุกอย่างทำงานอย่างถูกต้องเรียบร้อยตามสัญญา โดยให้การทดลองเดินเครื่องทั้งระบบต่อเนื่องกันเป็นเวลา ๓ วัน วันละ ๑๒ ชั่วโมง หยุดพักเครื่องเป็นเวลา ๒ วัน แล้วทำการทดสอบเดินเครื่องใหม่อีก ๓ วัน ระบบปรับอากาศชุดใดที่มีลักษณะการใช้งานต่อเนื่องกันตลอด ๒๔ ชั่วโมง ให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบระบบชุดนั้นติดต่อกันเป็นเวลา ๗ วัน ภายหลังจากการทดสอบให้ผู้รับจ้างยืนยันเป็นลายลักษณ์อักษรว่าระบบปรับอากาศและระบายอากาศนี้เสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ และสามารถใช้งานได้ตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

### ๙.๒ ข้อมูลของการทดสอบ

ผู้รับจ้างต้องบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดสอบในแต่ละครั้ง ลงในแบบฟอร์มที่มีลักษณะคล้ายกับแบบมาตรฐานของ Associated Air Balancing Council แต่ต้องได้รับการเห็นชอบในรายละเอียดจากผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการจัดทำแบบฟอร์มการทดสอบ ซึ่งแต่ละระบบต้องมีทั้งหมด ๓ ชุด และแต่ละชุดต้องระบุถึงชื่อระบบ หรือเลขที่ชุดของเครื่องที่

ทำการทดสอบอย่างชัดเจนก่อนการทดสอบทุกครั้ง ผู้รับจ้างต้องปรับแต่งเครื่องมือที่ใช้ในการวัดต่างๆ ได้ถูกต้องเที่ยงตรงเสียก่อน ค่าที่บันทึกในแบบฟอร์มในขณะที่ทำการทดสอบระบบ ต้องเป็นค่าที่อ่านได้จริงจากเครื่องวัด โดยยังไม่ต้องคำนึงถึง Correction Factor อันเนื่องจากความผิดพลาดของเครื่องวัดแต่อย่างใดทั้งสิ้น ตัวเลขใดบันทึกผิด หรือไม่ต้องการให้ขีดฆ่าออก ห้ามทำการขูดลบออกโดยเด็ดขาด แล้วให้ผู้ทำการทดสอบ และตัวแทนของผู้ว่าจ้างซึ่งเป็นสักขีพยานอยู่ด้วย ณ ที่นั้น เช่นชื่อกำกับไว้ข้างตัวเลขนั้น หากผลของการทดสอบปรากฏว่า การทำงานของระบบใดไม่สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการแก้ไขงานของระบบนั้น หรือส่วนที่เกี่ยวข้อง แล้วทำการทดสอบใหม่อีกครั้งโดยมิชักช้าจนกว่าผู้ว่าจ้างจะแน่ใจว่าระบบทั้งหมดสามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ตามความต้องการแล้ว

### ๙.๓ การทดสอบและ VALIDATION CLEAN ROOM

การทดสอบห้อง Clean Room ผู้รับจ้างจะต้องจ้างบริษัทที่รับ Validation ห้อง Clean Rooms โดยเฉพาะ โดยเสนอรายชื่อให้ผู้ว่าจ้างหรือวิศวกรที่ปรึกษาเป็นผู้เลือกอย่างน้อย ๓ บริษัท โดยการทดสอบมีหัวข้อ Test Report อย่างน้อยดังนี้

- ๙.๓.๑ Temperature Test
- ๙.๓.๒ Room Pressurization Test
- ๙.๓.๓ Air Flow Volume Test
- ๙.๓.๔ HEPA Filter Test Leak
- ๙.๓.๕ Room Relative Humidity Test
- ๙.๓.๖ Cleanliness Class

โดยผู้รับจ้างต้องนำผลการทดสอบทั้งหมดส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน

### หมวดที่ ๑๐ พัดลมระบายอากาศ (VENTILATION AND EXHAUST FANS)

#### ๑๐.๑ พัดลม แบบ CENTRIFUGAL

- ๑๐.๑.๑ ตัวถัง (CASING) ทำด้วยเหล็กกล้า ความหนาไม่ต่ำกว่า ๒ มิลลิเมตร FAN SCROLL และ SIDE PLATE ๗ ยึดต่อกันแบบ LOCK SEAM หรือ WEL SEAM อย่างต่อเนื่องตลอดแนวตะเข็บ ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม และพ่นสีภายนอก มาตรฐานโรงงานผู้ผลิต
- ๑๐.๑.๒ ใบพัด (FAN WHEEL) เป็นแบบ MULTI-EILADES, FORWARD CURVE ตามที่ระบุในแบบ ทำด้วยเหล็กกล้าหรืออลูมิเนียม ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมตามมาตรฐานโรงงาน ผู้ผลิตชุดใบพัดมีการเสริมความแข็งแรงไม่บิดเสียรูป เนื่องจากการเร่งความเร็ว (ACCELERATION) และแรงดันอากาศ ใบพัด ต้องได้รับการปรับสมดุลย์ทั้งในขณะหยุดนิ่งและขนาดหมุน (STATICALLY AND DYNAMICALLY BALANCED) มาจากโรงงานผู้ผลิต
- ๑๐.๑.๓ เพลลาพัดลมทำด้วยเหล็กกล้า สามารถทนต่อการใช้งานได้ดีที่ความเร็วรอบต่างๆ ไม่น้อยกว่า ๒ เท่าของ ความเร็วรอบที่เลือกการใช้งาน
- ๑๐.๑.๔ ตลับลูกปืน (BEARING) เป็นชนิด BALL BEARING หรือ ROLLER BEARING แบบ SELF ALIGNMENT มีอายุการใช้งานเฉลี่ยไม่น้อยกว่า ๑๐๐,๐๐๐ ชั่วโมง (AVERAGE-BEARING LIFE) การอัดจาระบีสามารถทำได้โดยง่าย ตลับลูกปืนที่อยู่ภายในตัวพัดลม หรือมีท่อลมปิดมิดชิดต้องต่อท่ออัดจาระบี (GREASEFITTING) ออกมายังจุดที่สามารถเข้าถึงได้สะดวก ตำแหน่งตลับลูกปืนของพัดลมที่ iveauคควันหรือไอน้ำจากห้องครัว จะต้องอยู่ด้านตรงข้ามปากทางดูดอากาศเข้า

- ๑๐.๑.๕ ความเร็วลมที่ออกจากปากพัดลม (FAN OUTLET) ต้องไม่เกิน ๑๐ เมตรต่อวินาที (๒,๐๐๐ ต่อ นาที)
- ๑๐.๑.๖ ตัวถังพัดลมต้องมีระบายน้ำที่อาจขังอยู่ภายใน และมีปลั๊กอุดไว้
- ๑๐.๑.๗ ถ้าไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นพัดลมจะถูกขับโดยผ่านชุดสายพาน และมู่เล่ย์ชนิดปรับรอบความเร็วสายพานได้ มีฝาครอบสายพาน (BELT GUARD) ชนิดที่สามารถวัดความเร็วรอบพัดลมได้โดยไม่ต้องถอดมอเตอร์และฝาครอบสายพานออก จะต้องติดตั้งอยู่ในโครงฐานการยึดขึ้นเดียวกับฐานพัดลม
- ๑๐.๑.๘ พัดลมขนาดเล็กที่สามารถส่งลมได้ไม่เกิน ๘๐๐ ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที ให้เลือกชุดขับเคลื่อนพัดลมเป็นแบบ DIRECT-DRIVE ตามที่กำหนดในแบบ VIBRATION ISOLATOR ใช้แบบยาง ACOUSTIC PAD ความหนาไม่น้อยกว่า ๙ มิลลิเมตร (๓/๘ นิ้ว) หรือ RUBBER-IN-SHEAR
- ๑๐.๑.๙ VIBRATION ISOLATOR ของพัดลมขนาดใหญ่เป็นแบบสปริงชนิดมี ACOUSTIC PAD รอง และให้ STATIC DEFLECTION ไม่น้อยกว่า ๑๙ มิลลิเมตร (๓/๔ นิ้ว) เมื่อรับน้ำหนักไม่เกิน MAXIMUM LOAD ตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- ๑๐.๑.๑๐ ที่ตัวถังพัดลมขนาดใหญ่ต้องมี ACCESS DOOR ไว้สำหรับเปิดออกตรวจสอบ และทำความสะอาดภายใน พัดลมได้ไม่ต้องถอดท่อลม
- ๑๐.๑.๑๑ พัดลมทุกชุดที่ต่อกับท่อลมต้องต่อด้วยหน้าแปลน (FLANGE) พร้อมทั้งติดตั้ง FLEXIBLE DUCT CONNECTION ไว้ในตำแหน่งใกล้พัดลมมากที่สุด
- ๑๐.๑.๑๒ ปากพัดลม (INLET และ OUTLET) ที่ไม่ต่อกับท่อลม ต้องใส่ตะแกรงเหล็ก (SCREEN) ชนิดไม่เป็นสนิม ขนาดช่องของตะแกรงไม่เล็กกว่า ๒๕ มิลลิเมตร (๑ นิ้ว)

## ๑๐.๒ พัดลมแบบ Axial Flow Direct Drive

- ๑๐.๒.๑ ตัวถัง (Casing) ทำด้วยอลูมิเนียมหรือเหล็กผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นสีภายนอก
- ๑๐.๒.๒ ใบพัดเป็นแบบ Mixed flow หรือ Air Foil ทำด้วยอลูมิเนียมหรือเหล็กได้รับการปรับสมดุลทั้งทาง static และ Dynamic
- ๑๐.๒.๓ การขับเคลื่อนใบพัดเป็นแบบ Direct drive มอเตอร์ตามมาตรฐาน (Standard Model)
- ๑๐.๒.๔ Vibration Isolator เป็นแบบสปริง
- ๑๐.๒.๕ พัดลมส่วนที่ต่อกับท่อลมให้ต่อกับ Flexible Duct Connector ไว้ในตำแหน่งใกล้พัดลมมากที่สุด
- ๑๐.๒.๖ ระดับการป้องกันมอเตอร์ IP๔๔ (หรือดีกว่า)
- ๑๐.๒.๗ ค่าความเป็นฉนวนชนิด Class B (หรือดีกว่า)

## หมวดที่ ๑๑ การทาสีป้องกันการผุกร่อน รหัสสี และสัญลักษณ์

### ๑๑.๑ ความต้องการทั่วไป

- ๑๑.๑.๑ ในผิวนานโลหะทุกชนิด ก่อนนำเข้าไปติดตั้งในงาน ต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันการผุกร่อน และ/หรือ การทาสีตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ทุกประการ วิธีการทาสีต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด เครื่องจักร อุปกรณ์ หรือวัสดุใดๆ ที่ได้ผ่านการป้องกันการผุกร่อน ทาสีจากโรงงานผู้ผลิตมาแล้วหากตรวจพบว่ามีรอยถลอก ขูด ขีตรอยคราบสนิมจับและอื่นๆ ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซม ชัด ถู และทาสีให้เรียบร้อย โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้คุมงาน
- ๑๑.๑.๒ ในระหว่างการทาสีใด ๆ ก็ตาม ผู้รับจ้างต้องหาวิธีป้องกันมิให้สีหยดลงบนพื้นผนังและอุปกรณ์ใกล้เคียงอื่น หากเกิดการหยดเปื้อน ต้องทำความสะอาดทันที ผลเสียหายใดๆ ที่เกิดขึ้น ต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

## ๑๑.๒ การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี

### ๑๑.๒.๑ พื้นผิวโลหะที่เป็นเหล็ก หรือโลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก

๑๑.๒.๑.๑ ให้ใช้เครื่องขัดสนิมตามรอยต่อเชื่อมและตำหนิต่างๆ จากนั้นใช้แปรงลวด หรือกระดาษทรายขัดผิวงานให้เรียบและปราศจากสนิมหรืออาจใช้วิธีพ่นทรายเพื่อกำจัดคราบสนิมและเศษวัตถุแปลกปลอมออก จากนั้นจึงทำความสะอาดผิวงานไม่ให้มีคราบไขมันหรือน้ำมัน เคลือบผิวหลงเหลืออยู่ โดยใช้น้ำมันประเภทระเหยไว (VOLATILE SOLVENT) เช่น ทินเนอร์ หรือน้ำมันก๊าด เช็ดถูหลายๆ ครั้ง แล้วใช้น้ำสะอาดล้างอีกครั้งหนึ่งจนผิวงานสะอาดพร้อมกับ เช็ดหรือเป่าลมให้แห้งสนิท จึงทาสีรองพื้นตามคำแนะนำของผู้ผลิตโดยเคร่งครัด

๑๑.๒.๑.๒ ในกรณีที่ผิวงานนั้นเคยถูกทาสีมาก่อนต้องขูดสีเดิมออกก่อนจึงเริ่มทำตามกรรมวิธีข้างต้น

๑๑.๒.๒ พื้นผิวโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็กให้ทำความสะอาดโดยใช้กระดาษทราย แล้วเช็ดด้วยน้ำมันสน ห้ามใช้เครื่องขัดหรือแปรงลวดโดยเด็ดขาด แล้วรองพื้นพื้นผิวสังกะสีและเหล็กที่เคลือบสังกะสี ให้น้ำยาเช็ดถูเพื่อขจัดคราบไขมันและฝุ่นออกก่อนทาสีรองพื้นพื้นผิวทองแดง ตะกั่ว พลาสติก ทองเหลือง ให้ขัดด้วยกระดาษทรายก่อน แล้วใช้น้ำยาเช็ดถูกำจัดฝุ่นก่อนทาสีรองพื้น

## ๑๑.๓ การทาสีหรือพ่นสี

๑๑.๓.๑ ในการทาสีแต่ละชั้น ต้องให้สีที่ทาลงไปแล้วแห้งสนิทก่อน จึงให้ทาสีชั้นต่อไปได้

๑๑.๓.๒ สีที่ใช้ทา ประกอบด้วยสี ๒ ส่วนคือ

๑. สีรองพื้นใช้สำหรับป้องกันสนิม และ/หรือเพื่อให้ยึดเกาะระหว่างสีทับหน้ากับผิวงาน
๒. สีทับหน้าใช้สำหรับเป็นสีเคลือบชั้นสุดท้าย เพื่อใช้เป็นการแสดงรหัสของระบบต่างๆ

๑๑.๓.๓ ประเภทหรือชนิดของสีที่ใช้ ให้เป็นไปตามที่ระบุในตารางการใช้ประเภทสี ตามชนิดของวัสดุ

## ๑๑.๔ ตารางการใช้ประเภทสีตามชนิดของวัสดุในสภาวะแวดล้อม

ชนิดของผิววัสดุ	บริเวณ	บริเวณที่มีความชื้นสูง / บริเวณที่มีการผุกร่อนสูง
BLACKSTEEL PIPE	ชั้นที่ ๑ RED LEAD PRIMER	ชั้นที่ ๑ EPOXY RED LEAD
BLACKSTEEL PIPE & SUPPORT	ชั้นที่ ๒ RED LEAD PRIMER	PRIMER ชั้นที่ ๒ EPOXY RED
BLACK STEEL SHEET	ชั้นที่ ๓ สีทับหน้า ALKYD	LEAD PRIMER ชั้นที่ ๓ สีทับหน้า
SWITCHBOARD PANEL BOARD ซึ่งทำจาก BLACK STEEL SHEET	ชั้นที่ ๔ สีทับหน้า ALKYD	EPOXY ชั้นที่ ๔ สีทับหน้า EPOXY
GALVANIZED STEEL PIPE	ชั้นที่ ๑ WASH PRIMER	ชั้นที่ ๑ WASH PRIMER
GALVANIZED STEEL HANGER & SUPPORT	ชั้นที่ ๒ ZINC CHROMATE PRIMER	ชั้นที่ ๒ EPOXY RED LEAD PRIMER
GALVANIZED STEEL SHEET ในกรณีที่ไม่ได้ระบุ	ชั้นที่ ๓ สีทับหน้า ALKYD ชั้นที่ ๔ สีทับหน้า ALKYD	ชั้นที่ ๓ สีทับหน้า EPOXY ชั้นที่ ๔ สีทับหน้า EPOXY

รหัสให้ใช้สีทับหน้า เป็นสีอลูมิเนียม

ชนิดของผิววัสดุ	บริเวณ	บริเวณที่มีความชื้นสูง / บริเวณที่มีการผุกร่อนสูง

PVC PI PLASTIC PIPE	ชั้นที่ ๑ WASH PRIMER ชั้นที่ ๒ สีทับหน้า CHLORIN TED RUBBER ชั้นที่ ๓ สีทับหน้า CHLORINA ชั้นที่ ๔ สีทับหน้า CHLORINA	ชั้นที่ ๑ WASH PRIMER ชั้นที่ ๒ สีทับหน้า CHLORINATED RUBBER ชั้นที่ ๓ สีทับหน้า CHLORINATED RUBBER
CAST IRON PIPE รวมถึงท่อใต้ดินด้วย	ชั้นที่ ๑ COAL TAR EPOXY ชั้นที่ ๒ COAL TAR EPOXY	ชั้นที่ ๑ COAL TAR EPOXY ชั้นที่ ๒ COAL TAR EPOXY
<u>COPPER TUBE</u> <u>- STAINLESS STEEL PIPE</u> <u>- STAINLESS STEEL SHEET</u> <u>- ALUMINIUM STEEL PIPE</u> <u>- ALUMINIUM STEEL SHEET</u>	ชั้นที่ ๑ WASH PRIMER ชั้นที่ ๒ สีทับหน้า ALKYD ชั้นที่ ๓ สีทับหน้า ALKYD	ชั้นที่ ๑ WASH PRIMER ชั้นที่ ๒ สีทับหน้า ALKYD ชั้นที่ ๓ สีทับหน้า ALKYD
<u>LIGHT ALLOY</u> <u>LEAD</u> <u>CONDUIT CLAMP</u> <u>CLOSED CELL FOAM</u> <u>PLASTIC ใช้แถบสีแสดง รหัสสี</u>	ชั้นที่ ๑ WASH PRIMER ชั้นที่ ๒ สีทับหน้า CHLORIN TED RUBBER ชั้นที่ ๓ สีทับหน้า CHLORIN TED RUBBER	ชั้นที่ ๑ WASH PRIMER ชั้นที่ ๒ สีทับหน้า CHLORIN TED RUBBER ชั้นที่ ๓ สีทับหน้า CHLORIN TED RUBBER

หมายเหตุ:- ในกรณีที่มีการซ่อมสีเนื่องจากการเชื่อม การตัดเจาะ การขีดหรือการทำเกลียว ให้ใช้สีรองพื้นจำพวก ZINC RICH PRIMER ก่อนลงสีทับหน้า

#### ๑๑.๕ รหัสสีและสีสัญลักษณ์

๑๑.๕.๑ การทาสีทับหน้า แสดงรหัสสีให้ทาสีตลอดทั้งเส้นท่อ ยกเว้นทำท่อนั้นๆ มีการหุ้มฉนวนให้ทาต่อเฉพาะสีรองพื้นเท่านั้น

๑๑.๕.๒ ในระบบไฟฟ้าให้แสดงรหัสสีเฉพาะตรงที่ CLAMP ของท่อร้อยสาย และฝาครอบกล่องต่อสายเท่านั้น

๑๑.๕.๓ ขนาดแถบรหัสสี (เฉพาะท่อที่หุ้มฉนวน) และตัวอักษร กำหนดดังนี้

ขนาดท่อ (Dia.)	ความกว้างของแถบรหัสสี	ขนาดตัวอักษร
๒๐ มม. (๓/๔")-๓๒ มม (๑ ๑/๔")	๒๐๐ มม. (๘")	๑๕ มม. (๑๒")
๔๐ มม. (๑ ๑/๒") -๕๐ มม (๒")	๒๐๐ มม. (๘")	๒๐ มม. (๓/๔")
๖๕ มม. (๒ ๑/๒")-๑๕๐ มม (๖")	๓๐๐ มม. (๑๒")	๓๒ มม. (๑ ๑/๔")
๒๐๐ มม. (๘")-๒๕๐ มม (๑๐")	๓๐๐ มม. (๑๒")	๖๕ มม. (๒ ๑/๒")
๓๐๐ มม. (๑๒") มากกว่า	๕๐๐ มม. (๒๐")	๙๐ มม. (๓ ๑/๒")

๑๑.๕.๔ ระยะของแถบรหัสสี อักษรสัญลักษณ์และสัญลักษณ์แสดงลูกศรแสดงทิศทาง กำหนดเป็นดังนี้

๑. ทุกๆระยะไม่เกิน ๖ เมตร (๒๐ ฟุต) ของท่อในแนวตรง
๒. ใกล้ตำแหน่งวาล์วทุกตัว
๓. เมื่อมีการเปลี่ยนทิศทาง และ/หรือมีท่อแยก
๔. เมื่อท่อผ่านกำแพง หรือทะเลพื้น
๕. บริเวณช่องเปิดบริการ

๑๑.๕.๕ กำหนดสีของรหัส และสัญลักษณ์ต่างๆ ตามตารางรหัสสี และสัญลักษณ์

#### ๑๑.๖ ตารางแสดงรหัสสีและสัญลักษณ์

ลำดับ	รายละเอียด	ตัวอักษร	รหัสสี	สีสัญลักษณ์
1.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้ากำลังปกติ	<u>N</u>	<u>ส้ม</u>	<u>ดำ</u>
2.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าฉุกเฉิน	<u>E</u>	<u>ส้มสลับขาว</u>	<u>แดง</u>
3.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าควบคุมระบบ ปรับอากาศและระบบระบายอากาศ	<u>AC</u>	<u>ชมพู</u>	<u>เขียว</u>
4.	อุปกรณ์แขน ยึด และรองบนท่อ ทั้งหมด	<u>-</u>	<u>เทาเข้ม</u>	<u>=</u>
5.	DISTRIBUTION BOARD & MOTOR CONTROL BOARD ระบบไฟฟ้าปกติ	<u>-</u>	<u>งาช้าง</u>	<u>ดำ</u>
6.	DISTRIBUTION BOARD & MOTOR CONTROL BOARD ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน	<u>-</u>	<u>งาช้าง</u>	<u>แดง</u>

#### หมวดที่ ๑๒ รายชื่ออุปกรณ์มาตรฐาน

การพิจารณารายชื่อผลิตภัณฑ์ของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในโครงการ ให้ผู้รับจ้างพิจารณาจากรายชื่อผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในตารางข้างล่างเป็นสิ่งแรก ถ้าหากรายชื่อผลิตภัณฑ์ที่ระบุไว้ไม่ผลิตอุปกรณ์นั้นแล้วหรือเลิกกิจการไปแล้ว ให้ผู้รับจ้างนำเสนอผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติเทียบเท่าให้แก่ทางผู้ออกแบบและผู้ควบคุมงาน เพื่อขออนุมัติพิจารณาวัสดุอุปกรณ์เทียบเท่าเป็นลำดับต่อไป

แต่ในกรณีที่ผู้รับจ้างต้องการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่เทียบเท่านอกเหนือจากที่ได้ระบุรายชื่อผลิตภัณฑ์ข้างล่างนี้แล้ว ผู้รับจ้างต้องชี้แจงเหตุผลหรือข้อขัดข้องใดก็ตาม ที่มีผลให้ผู้รับจ้างไม่สามารถเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่ระบุไว้ได้ เมื่อผู้ออกแบบได้พิจารณาและให้ความเห็นชอบให้สามารถใช้วัสดุอุปกรณ์เทียบเท่าได้แล้ว ผู้ออกแบบเห็นว่าจำเป็นต้องมีการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพกับวัสดุอุปกรณ์ที่ระบุไว้ โดยใช้สถานที่ทดสอบที่ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ออกแบบและผู้ควบคุมงานก่อน และค่าใช้จ่ายใดๆ ที่เกิดขึ้นก็ตาม ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

#### รายชื่อผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในโครงการ

#### ประเทศผู้ผลิต

๑. Cleanroom Control Unit (HCRU,HFCU)

Analyst

Local

En-Hygienic

Local

KLS

Turkiye

൭. Fan Filter Unit (FFU)

Japan Air Filter	Local
AAF International	Local
En -Hygienic	Local

൮. Heat Pump Condensing Unit (HPU)

Analyst	Local
En-Hygienic	Local
<b>KLS</b>	<b>Turkiye</b>

൯. Air Filtration (Pre Filter EN൯൯൯ : G൪ , Medium Filter EN൯൯൯ : F൪ , HEPA Filter EN ൧൪൯൯ : H൧൯, Electronic Filter)

En-Hygienic	Local
Japan Air Fitter	Local
American Air Filter	USA
SCG Air Filter	Local

൧൦. Copper Tube

Cambridge	USA
HANA	USA
N.B.C	USA

൧൧. Galvanized Steel Sheet (Non-Flammable)

Thai Galvanized Steel	Local
Singha	Local
Blue Scope Steel	Local

൧൨. Diffusers, Grilles & Louvers

Komfort Flow	Local
Flothru	Local
Esco Flow	Local

൧൩. Direct Digital Control (DDC.)

Analyst	Local
Siemen	Local
Schneider	Local

୯. Temp & Humidity Sensor

Analyst	Local
En-Hygienic	Local
Siemen	Local

୧୦. Diff. Pressure Switch

En-Hygienic	Local
Dwyer	USA
Siemens	Local

୧୧. Diff.Pressure Gauge

Dwyer	USA
Siemens	Local
Safe Gauge	Taiwan

୧୨. Room Diff. Pressure Sensor

Analyst	Local
En-Hygienic	Local
Dwyer	USA

୧୩. Back Stee Pipe, Galvanized Stee Pipe

Saha Thai Steel Pipe	Local
Mitrs teel	Local
Semless	Local

୧୪. PVC Pipe

Thai Pipe	Local
Cement Thai Pipe	Local
Bangkok Paiboon Pipe	Local

୧୫. Closed Cell Foamed Elastomer Insulation

Aeroflex	Local
Amaflex	USA
Maxflex	Local

୧୬. Pipe Insulation

Aeroflex	Local
Amaflex	USA

	Maxflex	Local
୧୩.	Gate Valve	
	Kitz	Local
	Tozen	USA
	Crane	USA
୧୪.	Drain Valve	
	Kitz	Local
	Toyo	Japan
	Crane	USA
୧୫.	Balancing Valves	
	Honeywell	USA
	Crane	USA
	Flvalco	USA
୧୬.	Flexible Connecor	
	Topflex	Local
	Tozen	USA
	Mason-Flex	USA
୧୭.	Y – Strainer	
	Kitz	Japan
	Crane	USA
	Toyo	Japan
୧୧୧.	Thermometer	
	Weiss	USA
	Weksler	USA
	Trerice	USA
୧୧୩.	Ceiling Fan, Exhaust Fan	
	Panasonic	Japan
	Kruger	Switzerland
	Ruck	Germany

## ๒๔. POP. MOTORIZED VALVE

Regin	Sweden
Honeywell	USA
Johnson	USA

## ๒๕. Pressure Gauge

Weiss	USA
Weksler	USA
Trerice	USA

**หมวดที่ ๑๓ หมายเหตุเพิ่มเติมอื่นๆ**

๑. ในกรณีรายละเอียดประกอบแบบมีข้อกำหนดไม่ตรงกับรายละเอียดแบบให้ยึดถือตามความเหมาะสมและประโยชน์ ในการใช้งานโดยคณะกรรมการผู้ควบคุมงานเป็นผู้พิจารณาเห็นชอบ

๒. รายการเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อสำหรับห้องผ่าตัด OR๒ (HCRU-4-02) ขนาดปริมาณลม ๒,๐๐๐ CFM รายการดังกล่าวไม่รวมอยู่ในงบประมาณก่อสร้างของโครงการนี้ ทั้งนี้ ให้ใช้ข้อกำหนดทางเทคนิค (Specification) และคุณสมบัติของเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อเช่นเดียวกับเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อสำหรับห้องผ่าตัดภายในโครงการเดียวกัน โดยให้อ้างอิงตาม ข้อ ๑.๑.๔.๑ คุณสมบัติและโครงสร้างเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อ (HCRU Unit) หน้า ๙ ของเอกสารประกอบแบบ

## หมวดที่ ๓

### รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะงานระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสาร

#### ๑. บทนำ

ผู้ว่าจ้างมีความประสงค์จะว่าจ้างให้ผู้ว่าจ้างดำเนินการจัดหาและติดตั้งระบบไฟฟ้า และอุปกรณ์ประกอบเพื่ออำนวยความสะดวก ตามขอบเขตของงานที่กำหนดไว้ในแบบแปลน DRAWING และรายละเอียดประกอบความมุ่งหมายของแบบแปลนและรายละเอียดประกอบแบบฉบับนี้ เพื่อให้ผู้รับจ้างใช้เป็นแนวทางในการคิดราคา จัดหาและติดตั้งเครื่องจักรอุปกรณ์และวัสดุใช้งานของงานระบบตามขอบเขตของงานให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้าง ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องศึกษาแบบรูปและรายละเอียดประกอบแบบอย่างถี่ถ้วน ถ้าหากมีปัญหาหรือข้อขัดข้องใด ๆ ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบล่วงหน้า

#### ๒. ขอบเขตของงาน

- ๒.๑ ผู้รับจ้างต้องจัดหาติดตั้ง และทดสอบอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าดังแสดงไว้ในรูปแบบ และรายละเอียด เพื่อให้ใช้งานได้สมบูรณ์ และถูกต้องตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง
- ๒.๒ เครื่องและอุปกรณ์ทุกชิ้นต้องเป็นของใหม่ได้มาตรฐานสากล ไม่เคยผ่านการใช้ที่ใดมาก่อนและอยู่ในสภาพเรียบร้อยสมบูรณ์จนถึงวันทำการติดตั้ง
- ๒.๓ ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการจัดเกี่ยวกับขนส่งสิ่งของ และอุปกรณ์ถึงบริเวณสถานที่ติดตั้งรวมทั้งการเก็บรักษา และป้องกันความเสียหายใดอันอาจจะเกิดขึ้นระหว่างก่อสร้างจนถึงวันส่งมอบงาน
- ๒.๔ การติดตั้งการขนส่ง การใช้แรงงาน การเก็บรักษา และการปฏิบัติการต่าง ๆ ซึ่งจำเป็นในการ ดำเนินการติดตั้งให้เป็นไปโดยเรียบร้อย ถูกต้องตามข้อกำหนด และหลักวิชาการทางวิศวกรรม
- ๒.๕ งานของผู้รับจ้างเริ่มจากการจัดหา และติดตั้งสายไฟฟ้าแรงต่ำจากแหล่งจ่ายจนถึงตำแหน่งดวงโคม, เต้ารับไฟฟ้า, เต้ารับโทรศัพท์ และอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ตามระบุไว้ในแบบให้ถูกต้องตามที่กำหนด และสามารถใช้งานได้
- ๒.๖ วัสดุและอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นสำหรับช่วยให้ระบบใช้งานได้ดี แม้ว่าไม่ได้ระบุไว้ในแบบรูปและรายการ แต่หากมีความจำเป็นตามหลักวิชาซีพีวิศวกรรมก็เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างต้องจัดหาติดตั้ง ในงานเพื่อให้ได้ระบบที่สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้โดยความพิจารณาเห็นชอบของผู้ว่าจ้าง
- ๒.๗ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งงานทางไฟฟ้าทั้งหมดที่กำหนดในรายละเอียดแบบแปลน โดยถูกต้องตามมาตรฐานการไฟฟ้า ฯ และ มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.๒๕๖๔ ผู้รับจ้างจะต้องรับแก้ไขงานที่ติดตั้งแล้วผิดจากมาตรฐานดังกล่าวให้ถูกต้องโดยเร็ว
- ๒.๘ ในกรณีที่รายละเอียดขัดกับแบบแปลน หรือผู้รับจ้างมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงรายละเอียดจาก แบบแปลนและรายละเอียดประการใด ให้ผู้รับจ้างแจ้งต่อผู้ว่าจ้างทราบทันทีและให้ได้รับความเห็นชอบ อนุมัติจากวิศวกรผู้ออกแบบหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างก่อนจึงดำเนินการได้ หากผู้รับจ้างดำเนินการไป โดยพลการ ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์จะสั่งให้ผู้รับจ้างแก้ไขใหม่ตามความเห็นของผู้ว่าจ้าง
- ๒.๙ แบบที่แสดงไว้เป็นแบบทั่วไป TYPICAL DIAGRAM ที่แสดงไว้เพื่อให้ผู้รับจ้างทราบถึงแนวทางและ

หลักการของระบบ รวมทั้งความต้องการของผู้ว่าจ้าง แบบรูปดังกล่าวได้แสดงแนวการเดินทางที่ต่าง ๆ และตำแหน่งที่ติดตั้งและอุปกรณ์ใกล้เคียงกับความเป็นจริงอย่างไรก็ตามในการติดตั้งผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบสถาปนิก แบบโครงสร้างและแบบระบบงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดพร้อมทั้งจัดทำแบบงาน ใช้งานติดตั้ง SHOP DRAWING เสนอให้ผู้ว่าจ้างทำการพิจารณาเห็นชอบก่อนทำการติดตั้งจริงทุกครั้ง เพื่อให้งานติดตั้งดำเนินไปโดยสะดวก ไม่ขัดแย้งกับระบบงานอื่นมีความถูกต้องทางด้านเทคนิคในทุก ๆ ทางและสามารถทำงานในภายหลังได้เป็นอย่างดี

### ๓. มาตรฐานและกฎข้อบังคับ

ในการปฏิบัติงานติดตั้งให้ยึดถือมาตรฐานและกฎข้อบังคับต่าง ๆ ที่ใช้อ้างอิงยกเว้นกรณีมีข้อกำหนดแน่นอนในแบบรูปหรือรายละเอียด หากมีข้อขัดแย้งระหว่างแบบและมาตรฐานหรือระหว่างมาตรฐานอ้างอิงต่าง ๆ ให้ถือคำชี้ขาดของวิศวกรออกแบบหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเป็นที่สิ้นสุด

มาตรฐานอ้างอิงประกอบด้วย :-

- กพภ. (PEA) - กฎของการไฟฟ้าภูมิภาค (Electricity Authority)
- วสท. ( EIT ) - มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.๒๕๖๔
- วสท. ( EIT) – มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าในสถานที่เหมาะสมบริเวณสถานพยาบาล พ.ศ.๒๕๕๒
- มอก. (TIS) - มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (Thai Industrial Standard)
- IEEE - The Institute of Electrical and Electronics Engineering & INC.
- IEC - International Electrotechnical Commission ISO ๙๐๐๑:๒๐๐๘ - Quality assurance in Design/Development and Service
- NEC - National Electrical Code

### ๔. เครื่องมือ

๔.๑ ผู้รับจ้างต้องมีเครื่องมือ เครื่องใช้ เครื่องผ่อนแรง ที่มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยสำหรับใช้ในการปฏิบัติงาน และต้องเป็นชนิดที่ถูกต้องเหมาะสมกับประเภทของงานที่ทำ ในจำนวนที่เพียงพอ

๔.๒ ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะขอให้ผู้รับจ้างเพิ่มและ / หรือเปลี่ยนแปลงจำนวนและ / หรือใช้เครื่องมือที่ไม่ถูกต้องและไม่เหมาะสมกับงาน

๔.๓ ผู้รับจ้างต้องจัดหาเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับการปรับแต่งและบำรุงรักษาให้ผู้ว่าจ้างอย่างน้อย ๑ ชุด

### ๕. วัสดุและอุปกรณ์

๕.๑ ผู้รับจ้าง จะต้องแจ้งรายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ทุกชนิดที่ใช้ในงานระบบไฟฟ้านี้ เช่น ขนาดและสมรรถนะ เป็นต้น โดยกรอกลงในแบบฟอร์มและแบบรายละเอียด ต่าง ๆ เพิ่มเติม (ถ้ามี) หากผู้รับจ้างไม่ได้ระบุไว้ ผู้ว่าจ้างจะเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ใดก็ได้ที่เห็นว่า ถูกต้องตรงตามรายการรายละเอียด ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและดำเนินการติดตั้งให้เป็นไปตามแบบและรายการ

๕.๒ ผู้รับจ้างจะต้องส่ง CATALOG หรือสมุดคำอธิบายมาประกอบ เพื่อการพิจารณา CATALOG

จะต้องมีรายละเอียดข้อมูลทางเทคนิคครบถ้วนถูกต้องตามรายการและแบบที่กำหนดไว้ หากผู้รับจ้างเสนอรายละเอียดอื่นใดเพิ่มเติมนอกเหนือไปจากระบุไว้ใน CATALOG หรือสมุดคำอธิบายแล้วต้องขอหนังสือขออนุมัติจากผู้ว่าจ้างด้วย

๕.๓ เมื่อปรากฏว่าผลิตภัณฑ์ระบุไว้ในรายการประกอบแบบนี้ไม่ได้มีการผลิตขึ้นภายในประเทศ หรือไม่ได้รับเครื่องหมายมาตรฐาน หรือไม่ได้ขึ้นทะเบียนไว้กับกระทรวงอุตสาหกรรมแต่มีรายละเอียดต่างๆ ตามที่กำหนดไว้ ก็ให้เสนอผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติเทียบเท่าให้พิจารณาอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง

๕.๔ ผู้รับจ้างต้องจัดส่งตัวอย่างอุปกรณ์ และวัสดุใช้งานที่จะนำมาติดตั้งตามแบบและข้อกำหนดจำนวน ๑ ชุด พร้อมด้วยรายละเอียดและข้อมูลทางเทคนิค ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาล่วงหน้า เมื่อได้รับการเห็นชอบแล้วจึงจะทำการสั่งซื้อ หรือนำเข้าบริเวณก่อสร้างได้ อนึ่งผู้ว่าจ้างจะไม่รับผิดชอบความเสียหายหรือสูญหายของตัวอย่างซึ่งอาจเกิดขึ้นได้

๕.๕ ในขณะที่ดำเนินงานถ้าผู้รับจ้างไม่แน่ใจว่าอุปกรณ์ปลั๊กย่อยบางอย่างนั้นจะถูกต้องหรือไม่ ผู้รับจ้างก็ต้องส่งตัวอย่างวัสดุอุปกรณ์นั้น ๆ ให้ผู้ว่าจ้างตรวจสอบพิจารณาเป็นคราวๆ ได้

๕.๖ หากมีความจำเป็นผู้รับจ้างไม่สามารถหาวัสดุ หรืออุปกรณ์ตามที่แจ้งไว้ในรายละเอียดข้อกำหนดนี้ หรือที่แสดงตัวอย่างกับผู้ว่าจ้างไว้ และมีความประสงค์จะขอเทียบเท่าโดยใช้วัสดุหรืออุปกรณ์มาทดแทนแล้วผู้รับจ้างต้องทำเอกสารเปรียบเทียบและรายละเอียดคุณสมบัติต่าง ๆ พร้อมทั้งหลักฐานประกอบจนเป็นที่ยอมรับของผู้ว่าจ้างจึงจะดำเนินการสั่งซื้อและติดตั้งได้

๕.๗ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการติดตั้งงานระบบตามตัวอย่างอุปกรณ์ และวัสดุที่ได้รับการเห็นชอบเท่านั้น

## ๖. ความรับผิดชอบและหน้าที่ของผู้รับจ้าง

๖.๑ ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังรักษาความปลอดภัย รวมทั้งอัคคีภัยเกี่ยวกับทรัพย์สินทั้งปวงระหว่างติดตั้ง และอาจจะต้องมีการประกันภัย บริษัทที่เชื่อถือได้

๖.๒ ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเต็มที่เกี่ยวกับเหตุเสียหายต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานติดตั้งและทดลองเครื่อง

๖.๓ ผู้รับจ้างต้องดูแลสถานที่ปฏิบัติงาน ที่เก็บของต่างๆ ให้สะอาดเรียบร้อยและอยู่ในสภาพปลอดภัยตลอดเวลา

๖.๔ ผู้รับจ้างต้องพยายามทำงานให้เงียบ และสั่นสะเทือนน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อมิให้เพื่อมิให้เกิดความเดือดร้อน และมีความกระทบกระเทือนต่อคนหรืองานอื่นๆ ที่อยู่ใกล้สถานที่ติดตั้ง

๖.๕ เมื่อผู้รับจ้างได้ทำการติดตั้งงานเสร็จสมบูรณ์แล้ว และได้รับการตรวจรับจากผู้ว่าจ้างแล้วผู้รับจ้างต้องขนย้ายเครื่องมือเครื่องใช้ ตลอดจนรถอเนกประสงค์ชั่วคราวซึ่งผู้รับจ้างได้ปลูกสร้างขึ้น สำหรับงานนี้ออกไปให้พ้นจากสถานที่งานสิ้นเชิง

## ๗. การตรวจสอบแบบและรายการ (DRAWING & SPECIFICATION)

๗.๑ ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบและรายการกำหนดต่างๆ จนแน่ใจว่าเข้าใจถึงข้อกำหนดและเงื่อนไข

ต่างๆ โดยชัดเจน

๗.๒ เมื่อมีข้อขัดแย้งระหว่างแบบรายการ หรือข้อสงสัยหรือข้อผิดพลาดเกี่ยวกับแบบและรายการให้ สอบถามจากผู้ออกแบบโดยทำเป็นเอกสาร Request for Information (RFI) ส่งผ่านผู้ควบคุมงาน และการ ตีความในข้อขัดแย้งใด ๆ ให้ตีความไปในแนวที่ตีความถูกต้องกว่า มีวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพดีกว่า ครบถ้วน ทั้งสิ้น

## ๘. แบบใช้งาน (SHOP DRAWINGS)

๘.๑ ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบใช้งาน จำนวน ๓ ชุด ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนที่จะติดตั้งงาน หากผู้รับจ้างดำเนินงานไปก่อนได้รับอนุมัติให้ถือเป็นการเสี่ยงของผู้รับจ้างจะเรียกร้องความเสียหาย และคิด ค่าจ้างเพิ่มเติมจากผู้ว่าจ้างไม่ได้ การแก้ไขแบบจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างก่อน จึงจะดำเนินการได้

## ๙. แบบสร้างจริง (AS-BUILT DRAWINGS)

๙.๑ ในระหว่างดำเนินการติดตั้งผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแผนผังและแบบตามทีสร้างจริงแสดงตำแหน่ง ของ อุปกรณ์ และการเชื่อมต่ออุปกรณ์ตามที่เป็นจริงรวมทั้งการแก้ไขอื่น ๆ ที่ปรากฏในงานระหว่าง การติดตั้ง

๙.๒ แบบสร้างจริงวิศวกรผู้ควบคุมการติดตั้งจะต้องลงนามรับรองความถูกต้องและส่งมอบให้แก่ผู้ว่า จ้าง ๓ ชุด ในวันส่งมอบงานพร้อมด้วยแบบต้นฉบับเขียนในกระดาษใสสามารถพิมพ์ได้ ๑ ชุด มีขนาด และ มาตรฐานส่วนเดียวกับของผู้ออกแบบ หรือ เป็นไฟล์ต้นฉบับจัดเก็บมาในรูปแบบ Flash Drive ใช้แทนกระดาษใ สก็ได้

## ๑๐. การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่รักษาเครื่อง

๑๐.๑ ผู้รับจ้างจะต้องทำการฝึกเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่อง และรักษาเครื่องของผู้ว่าจ้างให้มีความรู้ ความสามารถในการใช้งาน และการบำรุงรักษาก่อนส่งมอบงาน

๑๐.๒ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างชำนาญในระบบต่างๆ ที่ได้รับการฝึกงานจากโรงงานผลิตมาช่วย เดินเครื่อง และควบคุมเครื่องเป็นระยะเวลาติดต่อกันภายหลังจากส่งมอบงาน

## ๑๑. หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษา

๑๑.๑ ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ ประกอบด้วยวิธีใช้และระยะเวลาของการ บำรุง รักษารายการอะไหล่และอื่นๆ เป็นภาษาไทยและหรือภาษาอังกฤษสำหรับเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ผู้ รับจ้าง นำมาใช้จำนวน ๓ ชุด มอบให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน

๑๑.๒ หนังสือคู่มือทั้งหมดผู้รับจ้างต้องส่งร่างเสนอผู้ว่าจ้าง ๒ ชุด เพื่อตรวจสอบและขอความ เห็นชอบก่อนการส่งมอบจริง

๑๑.๓ บทความโฆษณาของผู้ผลิตหรือ CATALOG ไม่ถือว่าเป็นหนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาการ ส่งมอบงาน

๑๑.๔ ผู้รับจ้างต้องรายงานสรุปผลงานความคืบหน้าของการติดตั้ง เป็นลายลักษณ์อักษรเป็น

แบบฟอร์มที่กำหนดให้แก่ผู้ว่าจ้าง นับแต่เริ่มเตรียมงานติดตั้ง

๑๑.๕ การตรวจผลการดำเนินงานติดตั้งเป็นช่วง ๆ ตามลักษณะงานและความเหมาะสมทางเทคนิคผู้รับจ้าง จะต้องจัดหาอุปกรณ์เครื่องมือทดสอบทำการทดสอบอุปกรณ์ต่อหน้าตัวแทนผู้ว่าจ้างและควบคุมงานเมื่อทดสอบแล้วผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เรียบร้อย

๑๑.๖ การทดสอบทดลองเครื่อง และปรับแต่งระบบภายหลังการติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต้อง เป็นไปตามมาตรฐานสากล และรายละเอียดข้อกำหนด

๑๑.๗ การส่งมอบงาน เมื่องานเสร็จสมบูรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการดังนี้

๑. ผู้รับจ้างจะต้องเดินเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ให้ผู้ในสภาพใช้งานได้เต็มที่ เป็นระยะเวลา ๒๔ ชม. ติดต่อกัน หากมีจุดบกพร่องต้องแก้ไขจนเป็นที่พอใจของผู้ว่าจ้าง

๒. ผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดระบบต่าง ๆ ให้เรียบร้อยและจัดทำป้ายชื่อที่เป็นตัวหนังสือ และเครื่องหมายต่าง ๆ รหัสสีท่อและลูกศรตามมาตรฐานความปลอดภัยและบำรุงรักษา

๓. รายการสิ่งของต่าง ๆ ต่อไปนี้ที่ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน คือ :

- แบบสร้างจริง
- หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษา
- เครื่องมือพิเศษสำหรับใช้ในการปรับแต่งและบำรุงรักษา
- อะไหล่ต่าง ๆ ตามข้อเสนอราคา

## หมวดที่ ๑ แผงสวิตซ์ไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไปและอุปกรณ์

### ๑. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมคุณสมบัติและการติดตั้งของแผงสวิตซ์กระจายไฟฟ้า (DISTRIBUTION BOARD), แผงสวิตซ์ย่อย (PANELBOARD) และสวิตซ์ตัดวงจรอื่นๆ ซึ่งเป็นแผงชนิดติดตั้งกับผนัง

### ๒. แผงสวิตซ์กระจายไฟฟ้า (DISTRIBUTION BOARD)

๒.๑ แผงสวิตซ์กระจายไฟฟ้าเป็นแผงสวิตซ์ประธานของ LOAD แต่ละส่วน โดยกระจายกำลังไฟฟ้าให้แก่แผงสวิตซ์ย่อย (PANELBOARD) ตามจุดต่าง ๆ ซึ่งมีใช้ตามกำหนดในแบบและรายละเอียดนี้

๒.๒ ความต้องการทางด้านการออกแบบและการสร้าง

๒.๒.๑ การออกแบบต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ NEMA, IEC หรือเทียบเท่า เพื่อนำมาใช้งานกับ ระบบไฟฟ้าที่ ๔๐๐/๒๓๐ โวลต์ ๓ เฟส ๔ สาย ๕๐ เฮิร์ต ตามที่กำหนดในแบบและ Panel Board Schedule

๒.๒.๒ CABINET ต้องเป็นแบบติดลอยที่ผนังตามที่ระบุไว้ในแบบ ตัวตู้มีประตูปิด - เปิดด้าน หน้า และต้องมีบอก CIRCUIT ต่างๆ ติดอยู่ที่ฝาประตูภายใน

๒.๒.๓ BUSBAR ที่ต่อกันกับ BREAKER ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์สูงและมีขนาดที่กำหนด ความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าตามมาตรฐานและ ต้องจัดให้ส่วนที่เป็นตัวนำไฟฟ้ามีระยะห่างกันได้ไม่น้อยกว่าค่าที่การไฟฟ้านครหลวง หรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด

๒.๒.๔ MAIN CIRCUIT BREAKER ต้องเป็น MOULDED CASE CIRCUIT BREAKER

๒.๒.๕ BRANCH CIRCUIT BREAKER ต้องเป็น MOULDED CASE CIRCUIT มีขนาดตามที่ระบุไว้ในแบบ และต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ MAIN CIRCUIT BREAKER

๒.๒.๖ NAMEPLATE แผงสวิตซ์ต้องบ่งบอกต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกและแกะสลักตัวหนังสือกระทำบน

แผ่นพลาสติก เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้วตัวหนังสือจะปรากฏเป็นตัวหนังสือ บน NAMEPLATE เป็นไปดังที่แสดงไว้ในแบบ

๒.๒.๗ ผังวงจรแผงสวิตช์ทุกแผงต้องมีผังวงจรที่อยู่กับตู้ดังกล่าวติดไว้ที่ฝาตู้ ซึ่งบ่งบอกถึงหมายเลขวงจร ขนาดสายขนาดของ CIRCUIT BREAKER และ LOAD ชนิดใดที่บริเวณใดไว้ เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา

### ๓. แผงสวิตช์ย่อย (PANELBOARD)

๓.๑ แผงสวิตช์ย่อยเป็นแผงสวิตช์ที่ใช้ควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่ LOAD ต่างๆ โดยมี CIRCUIT BREAKER เป็นตัวควบคุม LOAD แต่ละกลุ่มหรือแต่ละตัว ตามกำหนดในแบบหรือตาม PANELBOARD SCHEDULE

๓.๒ ความต้องการทางด้านการออกแบบและการสร้าง

๓.๒.๑ PANELBOARD ต้องออกแบบขึ้นตามมาตรฐานโดยสร้างสำเร็จจาก โรงงานผู้ผลิต CIRCUIT BREAKER ที่ใช้สำหรับ PANELBOARD นี้ เพื่อใช้กับ ระบบไฟฟ้า ๔๐๐/๒๓๐ โวลต์ ๓ เฟส ๔ สาย ๕๐ เฮิร์ต หรือ ๒๓๐ โวลต์ ๑ เฟส ๒ สาย ๕๐ เฮิร์ต ตามกำหนดในแบบ

๓.๒.๒ CABINET ต้องเป็นแบบติดลอย ตัวตู้มีประตูปิด-เปิดด้านหน้า

๓.๒.๓ BUSBAR ที่ต่อกันกับ BREAKER ต้องเป็นแบบที่ใช้กับ PLUG-ON

๓.๒.๔ MAIN CIRCUIT BREAKER ต้องเป็น MOULDED CASE CIRCUIT BREAKER

๓.๒.๕ ผังวงจรตู้ย่อยทุกตู้ ต้องมีผังวงจรที่อยู่กับตู้ดังกล่าวติดไว้ในฝาตู้ ซึ่งจะบ่งบอกถึง หมายเลขวงจร ขนาดสายไฟฟ้า ขนาดของ CIRCUIT BREAKER และ LOAD ชนิดที่ บริเวณใดไว้ เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา

### ๔. เครื่องวัดและอุปกรณ์

ให้ใช้เครื่องวัดและอุปกรณ์ประกอบให้ใช้อุปกรณ์รองรับตามมาตรฐาน IEC๖๑๐๑๐ Category III เครื่องวัดต้องมีค่าในช่วงวัดตามขนาดแรงดันที่ใช้งานในจุดนั้นอย่างเหมาะสม สามารถระบุความละเอียดในการอ่านอย่างแม่นยำ และมีค่าความผิดพลาดในการอ่านใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด

๔.๑ CURRENT TRANSFORMER (CT) Potential Transformer (PT)

๔.๒ POWER - METER ชนิด ๓ เฟส ๔ สาย แบบที่ขนาดหน้าปัดไม่เล็กกว่า ๙๖ x ๙๖ มม. หรือเทียบเท่า (ถ้ามี)

๔.๓ PILOT LAMP หรือ INDICATING LAMP แบบติดตั้งหน้าตู้ SWITCHBOARD พร้อมมีใช้กับหลอดไฟ ฝาครอบเป็นพลาสติก (ถ้ามี)

### หมวดที่ ๒ โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์

#### ๑. ความต้องการทั่วไป

๑.๑ ให้จัดหาและติดตั้งโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ซึ่งติดตั้งภายในอาคาร

๑.๒ ถ้ามิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น โคมไฟฟ้าใช้ทั่วไปเป็นระบบเฟสเดียว ๒๓๐ โวลต์ ๕๐ เฮิร์ต

#### ๒. รายละเอียดวัสดุ

๒.๑ ดวงโคมทั้งหมดต้องเป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบและข้อกำหนดดังต่อไปนี้

๒.๑.๑ ตัวโคมเป็นชนิด Fluorescent สำหรับหลอดชนิด LED แบบ Cleanroom Type หรือ LED

## Panel ชนิด Cleanroom Type

๒.๑.๒ ตัวโคมทำจากเหล็กแผ่นพ่นด้วยสีฝุ่น แผ่นด้านหน้ากระจายแสงนวลสม่ำเสมอมีไดร์ฟเวอร์ในโคม

๒.๑.๓ มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า ๕๐,๐๐๐ ชั่วโมง

๒.๑.๔ ความถูกต้องของแสงไม่น้อยกว่า ๙๐%

๒.๒ โคมดาวน์ไลท์ต้องเป็นไปตามกำหนดนี้

๒.๒.๑ โคมดาวน์ไลท์โดยทั่วไปให้ใช้หลอดรุ่น LED PANEL

๒.๒.๒ มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า ๒๕,๐๐๐ ชั่วโมง

๒.๒.๓ ความถูกต้องของแสงไม่น้อยกว่า ๘๕%

## หมวดที่ ๓ สวิตช์และเต้ารับ

๓.๑ สวิตช์และเต้ารับให้ใช้ชนิดฝังในผนัง ติดตั้งตามที่ระบุในแบบที่ระดับความสูง ๙๐-๑๒๐ เซนติเมตร และ ๒๐-๓๐ เซนติเมตร ตามลำดับ ขนาดแรงดัน ๒๓๐ VAC ขนาดกระแส ๑๖ A ๒๕๐ VAC ยกเว้นที่ระบุไว้เป็นอย่างอื่น สำหรับภายนอกอาคารให้ใช้แบบกันน้ำ IP๖๕

๓.๒ เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน (STANDARD PRODUCT) จากโรงงานที่ผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำและออกแบบผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของ มอก., UL, JIS หรือ VDE

๓.๓ สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้าทุกตัวจะต้องติดตั้งภายใน OUTLET BOX

๓.๔ แผงสวิตช์รวมที่ติดตั้ง อยู่ภายในบริเวณเดียวกันเกินกว่า ๖ ตัว ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบ SHOP DRAWINGS ให้คณะกรรมการตรวจการจ้างอนุมัติก่อนการติดตั้ง

๓.๕ รายละเอียดทางเทคนิค

- หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น สวิตช์ทุกตัวต้องมีขนาด ไม่น้อยกว่า ๑๖ AMPS. ๒๕๐ VOLTS หรือมีขนาด ไม่น้อยกว่า ๑๒๕% ของ LOAD ที่ควบคุมโดยสวิตช์นั้น

- หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น เต้ารับทุกตัวต้องมีขนาด ไม่น้อยกว่า ๑๖ AMPS. ๒๕๐ VOLTS เป็นแบบที่ใช้ขาเสียบกลม และแบน (UNIVERSALTYPE) และมีรูกลมที่ ๓ สำหรับสาย GROUND โดยต่อสาย GROUND เข้ากับ CONDUIT BUSHING

- สวิตช์และเต้ารับทุกตัว สำหรับวงจรไฟฟ้าสำรอง ให้ใช้ สีแดง (ถ้ามี)

๓.๖ หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น เต้ารับหรือสวิตช์ที่กันน้ำ หรือติดตั้งอยู่กลางแจ้ง จะต้องฝาปิดกันน้ำ

๓.๗ หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น เต้ารับที่พื้นต้องเป็นแบบปิด-เปิดฝาเต้ารับด้วยการกดปุ่ม (POP-UP)

๓.๘ หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น FLOOR JUNCTION BOX ให้เป็นชนิดฝาเกลียวทองเหลืองพร้อมปะเก็นยางกันน้ำ

๓.๙ ฝาครอบสวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า ให้ใช้ชนิด Plastic Plate

## หมวดที่ ๔ สายไฟฟ้าแรงต่ำ

### ๑. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติ และการติดตั้งใช้งานสำหรับสายไฟฟ้าแรงต่ำ

### ๒. ชนิดของสายไฟ

สายไฟฟ้าที่ใช้สายตาม มอก. ๑๑-๒๕๕๓ (Part๓-๒๕๕๓)

- ๒.๑ IEC๐๑ ตัวนำทองแดงเกลียวเดี่ยว ขนาดแรงดัน ๔๕๐/๗๕๐ V อุณหภูมิ ๗๕°C สายแกนเดี่ยวที่มีขนาดใหญ่กว่า ๖ ตร.มม. ให้ใช้เป็นชนิดทองแดงตีเกลียว (Strand wire)
- ๒.๒ NYY (NYY-G) สายหุ้มฉนวน PVC ชนิดแกนเดี่ยวและหลายแกนเป็นสายกลมที่แรงดัน ๔๕๐/๗๕๐ V ที่อุณหภูมิ ๗๐°C หุ้มด้วยฉนวน PVC และมีเปลือกนอกเป็น PVC อีกชั้นหนึ่งและชนิดมีสายกราวด์รวมอยู่ภายใน
- ๒.๓ CVV สายทองแดงหุ้มด้วยฉนวน PVC และมีเปลือกนอกเป็น PVC อีกชั้นหนึ่ง มีขนาดแรงดัน ๖๐๐ V ที่อุณหภูมิ ๗๐°C

### ๓. การติดตั้ง

- ๓.๑ การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้
- ๓.๑.๑ ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว
- ๓.๑.๒ การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้า โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- ๓.๑.๓ การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อ จำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่น โดยสารนั้นจะต้องเป็นสาร พิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า หากมีการขูดขีดจนถึงผิวภายในต้องมีการทดสอบสายไฟฟ้าตามข้อ ๔
- ๓.๑.๔ การตัดโค้งหรืองอสายไฟฟ้า ไม่ว่าจะในกรณีใด ๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน วสท. ๐๒๒๐๐๑-๒๒ (พ.ศ.๒๕๖๔)
- ๓.๑.๕ สายไฟฟ้าที่ร้อยในท่อโลหะติดตั้งในแนวตั้ง จะต้องมียุกรณ์จับเพื่อรับน้ำหนักสายไฟฟ้าตามระยะความเหมาะสมแต่ไม่เกิน ๒๐ เมตร
- ๓.๒ การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินบน CABLE TRAY หรือ WIRE WAY ต้องกระทำดังต่อไปนี้
- ๓.๒.๑ ให้เดินสายไฟฟ้าบน CABLE TRAY หรือ WIRE WAY ได้เมื่อมีการติดตั้ง CABLE TRAY หรือ WIRE WAY เรียบร้อยแล้ว
- ๓.๒.๒ ให้จัดวางสายไฟฟ้าให้เป็นระเบียบ มีการจัดกลุ่ม BALANCE PHASE ที่ถูกต้องและแยกชุดออกอย่างชัดเจน
- ๓.๒.๓ กรณีเดินสายไฟฟ้าบน CABLE TRAY จะต้องจับยึดสายไฟฟ้าด้วย CABLE TIE เข้ากับ CABLE TRAY ทุกระยะไม่เกิน ๔๐ ซม.
- ๓.๒.๔ กรณีเดินสายไฟฟ้าบน WIRE WAY ในแนวตั้งจะต้องจับยึดสายไฟฟ้าตามระยะที่เหมาะสม
- ๓.๒.๕ การตัดโค้งหรืองอสายไฟฟ้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน วสท. ๐๒๒๐๐๑-๒๒ (พ.ศ.๒๕๖๔)
- ๓.๒.๖ การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า ให้กระทำได้ภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าเท่านั้นห้ามต่อในร่องท่อ WIRE WAY หรือ CABLE TRAY โดยเด็ดขาด
- ๓.๒.๗ การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน ๑๐ ตร.มม. ให้ใช้ INSULATED WIRE CONNECTOR, PRESSURE TYPE ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า ๖๐๐ โวลท์
- ๓.๒.๘ การต่อเชื่อม หรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า ๑๐ ตร.มม. และไม่เกิน ๔๐๐ ตร.มม. ให้ใช้ปลอกทองแดงชนิดใช้แรงกดอัด (SPLICE OR SLEEVE) และพันด้วยฉนวนไฟฟ้าชนิดละลายหรือเทป ๓M NO. ๓๓ และเทป พี.วี.ซี. อีกชั้นหนึ่ง
- ๓.๒.๙ การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่าที่กำหนดข้างต้น ให้ต่อโดยใช้ SPLIT

BOLT CONNECTOR ซึ่งผลิตจาก BRKONZE ALLOY หรือวัสดุอื่นที่ยอมรับให้ใช้ ในงานต่อเชื่อมสายไฟฟ้าแต่ละชนิด และพันด้วยฉนวนไฟฟ้าชนิดละลายหรือเทป ๓ M NO. ๓๓ และเทป พี.วี.ซี. อีกชั้นหนึ่ง

๓.๒.๑๐ ปลายสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี TERMINAL BLOCK เพื่อการต่อสายไฟฟ้าแยกไปยังจุดอื่นได้สะดวก และการเปลี่ยนชนิดของสายไฟฟ้าให้กระทำได้โดยต่อผ่าน TERMINAL BLOCK

#### ๔. การทดสอบ

- ๔.๑ สำหรับวงจรแสงสว่าง และเต้ารับให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ตัดวงจรและสวิตช์ต่างๆอยู่ในตำแหน่งเปิด ต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า ๐.๕ เมกโอห์มในทุกๆกรณี
- ๔.๒ สำหรับ FEEDER และ SUB-FEEDER ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งสองทาง แล้ววัดค่า ความต้านทานของฉนวน ต้องไม่น้อยกว่า ๐.๕ เมกโอห์ม ในทุกๆกรณี
- ๔.๓ การวัดค่าของฉนวนที่กล่าวต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง ๕๐๐ โวลต์ และวัดเป็นเวลา ๓๐ วินาที ต่อเนื่องกัน

#### หมวดที่ ๕ ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและป้ายทางออกฉุกเฉิน

ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและป้ายทางออกฉุกเฉิน จะต้องสามารถให้แสงสว่างได้ทันที ที่ระบบไฟฟ้าจากการไฟฟ้าหรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของอาคารเกิดขัดข้อง และสามารถให้แสงสว่างในขณะที่ไฟฟ้ขัดข้องได้ไม่ต่ำกว่า ๒ ชั่วโมงและการติดตั้งจะต้องเป็นไปตามแบบแปลน โดยต้องติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและโคมไฟฟ้ป้ายทางฉุกเฉิน (วสท.๐๒-๑๐๐๔)

##### ๕.๑ ระบบไฟแสงสว่างฉุกเฉิน (แบบ SELF-CONTAINED BATTERY EMERGENCY LIGHT)

- ๕.๑.๑ โคมแสงสว่างฉุกเฉินต้องเป็นชนิดมีแบตเตอรี่บรรจุอยู่ใน พร้อมด้วยระบบควบคุม อัตโนมัตินแบบ SOLID STATE ทำหน้าที่ควบคุมการประจุไฟฟ้าเข้าและกระจายประจุของแบตเตอรี่ โดยระบบควบคุมนี้ จะต้องตัดวงจร เมื่อการคายประจุจากแบตเตอรี่ถึงขีดแรงดันไฟฟ้า ที่จะเป็นอันตรายต่อแบตเตอรี่
- ๕.๑.๒ หลอดไฟฟ้า ให้ใช้หลอด LED จำนวน ๒ หลอด หรือ จำนวนตามระบุในแบบ
- ๕.๑.๓ แบตเตอรี่ใช้ SEALED LEAD ACID BATTERY ขนาดกำลังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้ให้กับหลอดไฟที่ต่อพ่วงอยู่ได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า ๓ ชั่วโมง พร้อมทั้งรับประกันการใช้งานไม่ต่ำกว่า ๒ ปี
- ๕.๑.๔ ให้มี INDICATING LAMP แสดงสถานะภาพการทำงานอย่างน้อยดังนี้-
  - ก. สถานะการประจุแบตเตอรี่ CHARGE (ขณะประจุไฟฟ้) และ FULL CHARGE (ขณะประจุเต็ม)
  - ข. สถานะของ INPUT LINE, STANDBY
- ๕.๑.๕ ให้มี TEST BUTTON เพื่อทดสอบคุณภาพของแบตเตอรี่ และชุด REMOTE LAMP ต้องมี REMOTE TEST BUTTON ด้วย
- ๕.๑.๖ ให้มีการป้องกันการใช้ประจุและแรงดันของแบตเตอรี่จนหมด (LOW VOLTAGE CUT-OFF) โดยการตัดการจ่ายแสงสว่างจากโคมไฟอัตโนมัติ ในกรณีที่ใช้แบตเตอรี่ไปจนถึงจุดที่เป็นอันตรายสำหรับแบตเตอรี่
- ๕.๑.๗ HOUSING เป็นแบบ Recess mount type สำหรับบรรจุแบตเตอรี่และอุปกรณ์ควบคุม เป็นกล่องทำจากแผ่น เหล็กหนาไม่น้อยกว่า ๑ มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมอย่างดี และพ่นเคลือบด้วยสี ENAMEL

อย่างน้อย ๒ ชั้น ทั้งนี้ให้มีช่องระบายความร้อนอย่างเพียงพอ หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต

## หมวดที่ ๖ ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire Alarm System)

### ๖.๑ ความต้องการทั่วไป

ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบและอุปกรณ์ที่ใช้ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ National Fire Protection Association หรือ Japanese Fire Service Law หรือข้อกำหนดที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ

### ๖.๒ อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้

อุปกรณ์เดิมย้ายตำแหน่งใหม่ติดตั้งใหม่ตามแบบระบุ

### ๖.๓ การติดตั้ง

๖.๓.๑ สายไฟฟ้าที่ใช้เป็นสาย IEC ๐๑ ขนาดไม่เล็กกว่า ๑.๕ มม. ร้อยในท่อ EMT. สำหรับวงจร Signal Initiating Devices. และ สายไฟฟ้าที่ใช้เป็นสายทนไฟ FRC.(CAT. C.W.Z) ขนาดไม่เล็กกว่า ๒.๕ มม. ร้อยในท่อโลหะ สำหรับวงจร Audible Alarm Devices.

### ๖.๔ การทดสอบ

เมื่อติดตั้งระบบเสร็จแล้วต้องมีการทดสอบระบบการทำงานของระบบไฟฟ้าครบถ้วนตามมาตรฐานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ วสท.๐๒-๒๐๐๒

## หมวดที่ ๗ อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

### ๗.๑ ท่อร้อยสายไฟฟ้า

๗.๑.๑ ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้าตามรายละเอียดแบบแปลนทุกประการ

๗.๑.๒ รายละเอียด

ก. ท่อโลหะหนา (Rigid Steel Conduit : RSC ) และท่อโลหะหนานกลาง ( Intermediate Metal Conduit : IMC) จะต้องเป็นท่อเหล็กผ่านกระบวนการชุบสังกะสี ( Hot Dip Galvanized) มาแล้วและต้องมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๑/๒ นิ้ว ต้องติดตั้งในกรณีดังนี้ คือ ที่ SERVICE ENTRANCE ที่ต้องการฝังดินหรือฝังคอนกรีตทั้งในอาคารและนอกอาคาร หรือเป็น FEEDER หรือเป็น MOTOR CIRCUIT การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.๒๕๖๔

ข. ท่อโลหะบาง (ELECTRICAL METALLIC TUBING : EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๑/๒ นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณีติดตั้งลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งไม่มีสาเหตุใดๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรง ได้หรือทำให้ท่อเสียหายการติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๖๔

ค. ท่อโลหะอ่อน (FLEXIBLE METAL CONDUIT) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ หรือเครื่องไฟฟ้าที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บาง เช่น มอเตอร์ โคมไฟแสงสว่าง เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ชื้นแฉะ และนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๖๔

ง. อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ COUPLING, CONNECTOR, LOCK NUT, BUSHING และ SERVICE ENTRANCE CAP ต่างๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน CONNECTOR

## ๗.๒ กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป ต้องเป็นแผ่นเหล็ก ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม ขนาดของกล่องต่อสาย ขึ้นอยู่กับขนาด จำนวนของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้นๆ และขึ้นกับขนาด จำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่นๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสาย ตามกำหนดใน ๐๒๒๐๐๑-๒๒ (พ.ศ.๒๕๖๔) กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาด ต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม

## หมวดที่ ๘ ระบบคอมพิวเตอร์

### ๘.๑ ความเป็นมาและวัตถุประสงค์

เพื่อใช้งานในระบบคอมพิวเตอร์สำหรับข้อมูลทางการแพทย์ภายในสถานพยาบาล เพื่ออำนวยความสะดวกในการรักษาผู้ป่วย

๘.๑.๑ เพื่อส่งข้อมูลศูนย์กลางไปยังส่วนอื่นๆ

๘.๑.๒ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการผู้ป่วยสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น

### ๘.๒ รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

๘.๒.๑ UTP CAT ๖

- สายสัญญาณ UTP สายทองแดงตีเกลียว ๔ คู่ ชนิด UTP Category ๖
- เป็นสายสัญญาณที่ใช้เชื่อมต่ออุปกรณ์ Ethernet LAN Switch ให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด
- รหัสสีของสายตีเกลียวจะต้องมีแถบสีของสายตีเกลียวของแต่ละคู่เพื่อสะดวกต่อการ

ตรวจสอบและเป็นไปตามมาตรฐาน

- สามารถรองรับการใช้งานแบบ ๑๐ Base-T, ๑๐๐ Base-TX, IEEE ๘๐๒.๓ ๑๐๐๐ Base-

๘.๒.๒ RJ-๔๕ Outlet

- เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้ร่วมกับสาย UTP Cat ๖
- ใช้สำหรับเป็นเต้ารับเสียบสาย UTP Patch Cords
- มีคุณสมบัติตามมาตรฐานของ ISO/IEC ๑๑๘๐๑ และ TIA-๕๖๘ เทียบเท่าหรือดีกว่า

๘.๒.๓ การทดสอบ

- ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบสายและระบบก่อนส่งงาน
- หากมีการชำรุดของระบบในระหว่างการทดสอบผู้รับจ้างจะต้องทำการแก้ไขให้แล้วเสร็จ

ก่อนส่งงาน

## หมวดที่ ๙ ระบบเรียกพยาบาล

### ๙.๑ ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาผลิตภัณฑ์จากผู้จัดจำหน่ายที่เป็นตัวแทนจำหน่ายสินค้าโดยตรงจากผู้ผลิต

#### ๙.๑.๑ ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งระบบเรียกพยาบาล และทดสอบระบบจนสามารถใช้งานได้ตามตำแหน่งและจำนวนที่ปรากฏในแบบ ซึ่งระบบเรียกพยาบาลจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ อย่างน้อยดังนี้ (หากมีระบบในแบบ นอกเหนือไปจากนี้ผู้รับจ้างจะต้องจัดหามาให้จนสามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ภายใต้มาตรฐาน ผลิตภัณฑ์ที่กำหนดไว้ข้างต้น)

- ชุดควบคุมหลัก (Central Controller) (ถ้ามี)
- ชุดควบคุม (Master Station)
- ชุดหัวเตียงผู้ป่วย (Patient Station)
- สายกดเรียก (Call Cord)
- ไฟหน้าห้องผู้ป่วย (Corridor Lamp)
- อุปกรณ์อื่นๆ เพื่อความสมบูรณ์ของระบบ

### ๙.๑.๒ การทำงานของระบบเรียกพยาบาล

เมื่อผู้ป่วยกดปุ่มเรียกพยาบาลจากหัวเตียงผู้ป่วย (Patient Station) หรือจากสายกดเรียก (Call Cord) จะมี สัญญาณไฟและสัญญาณเสียงแสดงที่ชุดควบคุมกลาง (Master Station) เป็นแบบธรรมดา เพื่อแสดงการเรียก พยาบาล และบอกตำแหน่งของผู้ป่วยไฟหน้าห้องผู้ป่วยจะติดค้าง

เมื่อเจ้าหน้าที่ได้รับทราบการเรียกพยาบาล สามารถกดปุ่มตอบรับ และยก Handset ขึ้นก็จะสามารถพูด ได้ต่อกับผู้ป่วยได้ทันที โดยผู้ป่วยไม่ต้องกดปุ่มใด ๆ ทั้งสิ้นอีก และเจ้าหน้าที่สามารถยกเลิกการติดต่อด้วยการวาง Handset

ในกรณีที่เจ้าหน้าที่ผู้ป่วยกดเรียกพยาบาลจากเตียงผู้ป่วย สัญญาณการเรียกจะเป็นแบบธรรมดา ที่ไฟ หน้าห้องผู้ป่วยจะติดค้าง เมื่อเจ้าหน้าที่เข้ามาให้บริการผู้ป่วยแล้ว ต้องการความช่วยเหลือเพิ่มจากเจ้าหน้าที่ท่านอื่นอีก เจ้าหน้าที่สามารถกดปุ่มกดเรียกที่สายกดเรียก สัญญาณเรียกพยาบาลจะดังอีกครั้งเป็นแบบฉุกเฉิน ไฟหน้าห้องผู้ป่วยจะติดกระพริบ

ถ้าในระหว่างที่เจ้าหน้าที่ไม่อยู่ที่ชุดควบคุม เมื่อผู้ป่วยกดเรียก และเจ้าหน้าที่เห็นไฟหน้าห้องผู้ป่วยติด กระพริบก็สามารถเข้าไปให้บริการกับผู้ป่วยได้ทันที และสามารถกดปุ่ม RESET ที่หัวเตียงผู้ป่วย เพื่อยกเลิก การเรียกพยาบาลได้

สำหรับชุดกดเรียกแบบฉุกเฉินติดตั้งในห้องน้ำ กำหนดให้ผู้ป่วยสามารถใช้ดึงเพื่อเรียกพยาบาล เพื่อขอความช่วยเหลือ สัญญาณเรียกจะเป็นแบบฉุกเฉิน ไฟหน้าห้องผู้ป่วยจะติดกระพริบ

กรณีที่ผู้ป่วยดึงสายกดเรียก หลุดออกจากชุดหัวเตียง (Cord Out) ระบบจะต้องส่งสัญญาณเรียกไปยังชุด ควบคุม (Master Station) แจ้งสถานะ Cord Out และไฟหน้าห้องผู้ป่วยจะติดกระพริบ

### ๙.๑.๓ วัสดุอุปกรณ์

#### ๙.๑.๓.๑ ชุดควบคุมหลัก (Central Controller)

เป็นระบบ Multiplex ออกแบบมาเพื่อใช้สำหรับระบบเรียกพยาบาลโดยเฉพาะ ชุดควบคุมหลักจะประกอบด้วยโมดูลต่างๆ เช่น โมดูล Master & Station สำหรับต่อพ่วงชุดควบคุมและชุดหัวเตียงผู้ป่วย ชุดควบคุมหลัก จะต้องมามีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- รองรับชุดควบคุม (Master Station)
- รองรับชุดหัวเตียงผู้ป่วย (Patient Station)

- สามารถเชื่อมต่อเข้าระบบ Network (RJ-๔๕ Port)
- มีแหล่งจ่ายไฟและแบตเตอรี่สำรองอยู่ภายใน
- สามารถเชื่อมต่อชุดควบคุมหลัก เพื่อสร้างให้เป็นระบบ Network (ในกรณีที่มีชุดควบคุมหลัก มากกว่า ๑ ชุด) สามารถตรวจสอบอุปกรณ์ในระบบ (Supervised) ได้หากอุปกรณ์ใดชำรุดหรือหลุดออกจาก ระบบจะแจ้งไปยังชุดควบคุม และในกรณีที่ชุดควบคุมชำรุดก็จะมีเสียงเตือนที่ชุดควบคุมหลักเอง

### ๙.๑.๓.๒ ชุดควบคุม (Master Station)

ติดตั้งอยู่บริเวณที่ทำงานของพยาบาล มีจอภาพแสดงหมายเลขห้องหรือเตียงผู้ป่วย มีแป้นพิมพ์ สำหรับป้อนข้อมูลและแก้ไขโปรแกรมติดกับตัวเครื่อง สามารถกดเลือกห้องหรือเตียงผู้ป่วยได้และมีสัญญาณเสียงเรียกเพื่อแจ้งให้พยาบาลรับทราบการขอความช่วยเหลือจากผู้ป่วยได้ทั้งแบบธรรมดา และแบบฉุกเฉิน โดยสัญญาณเสียงที่เรียกจะต้องแตกต่างกันเพื่อแยก สถานะการเรียกของผู้ป่วย มี Intercom สำหรับสนทนาโต้ตอบกับผู้ป่วยได้ โดย ผู้ป่วยไม่ต้องกดปุ่มใดๆทั้งสิ้น

### ๙.๑.๓.๓ ชุดหัวเตียงผู้ป่วย (Patient Station)

ติดตั้งอยู่ที่หัวเตียงผู้ป่วย ประกอบด้วยจุดเสียบสายกดเรียก (Receptacle Jack) สำหรับต่อกับสายกดเรียก (Call Cord) เพื่อกดเรียกพยาบาล มีหลอดไฟแสดงสถานะ มีไมโครโฟนและลำโพงสำหรับ ให้ ผู้ป่วยสามารถสนทนากับพยาบาลที่ชุดควบคุม (Master Station) โดยผู้ป่วยไม่ต้องกดปุ่มใด ๆ อีก มีปุ่ม ยกเลิก (RESET) สำหรับยกเลิกการเรียกพยาบาล ชุดหัวเตียงผู้ป่วยมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

### ๙.๑.๓.๔ สายกดเรียก (Call Cord)

เป็นสายสีขาวยามีปมกดที่ปลายสำหรับกดเรียกพยาบาล สายจะต้องมีความยาวไม่น้อยกว่า ๓ ฟุต พร้อม Jack สำหรับเสียบต่อเข้ากับชุดหัวเตียงผู้ป่วย (Patient Station)

### ๙.๑.๓.๕ ไฟหน้าห้องผู้ป่วย (Corridor Lamp)

ติดตั้งอยู่บริเวณหน้าห้องผู้ป่วย เป็นหลอดไฟแสดงการกดเรียกพยาบาล หลอดไฟจะติดค้างเมื่อมีการเรียกแบบธรรมดา และหลอดไฟจะติดกระพริบเมื่อมีการเรียกแบบฉุกเฉิน สามารถมองเห็นได้ชัดเจนจากบริเวณทางเดินหน้าห้องผู้ป่วย (จำนวนสีของหลอดไฟตามที่ระบุในแบบ)

### ๙.๑.๓.๖ การขออนุมัติ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแบบ และใบแสดงรายละเอียดสินค้า (Catalog) ของอุปกรณ์เพื่อรออนุมัติก่อนการ ติดตั้ง โดยจะต้องเป็นข้อมูลทางเทคนิคที่เหมาะสม พร้อมแสดงอุปกรณ์ที่ขออนุมัติโดยการเน้นข้อความให้ชัดเจน แบบแปลนการติดตั้งของอุปกรณ์ จะต้องแสดงตำแหน่งของอุปกรณ์ทุกครั้งที่ตั้ง

### ๙.๑.๓.๗ การติดตั้ง

ให้ผู้รับจ้างกำหนดขนาดและจำนวนสายต่างๆตามคำแนะนำของผู้ผลิต สายให้ร้อยในท่อ EMT หรือ IMC ตำแหน่งที่แน่นอนของอุปกรณ์ระบบเรียกพยาบาลและอุปกรณ์อื่นๆที่เกี่ยวข้อง อาจมีการเปลี่ยนแปลงระหว่างก่อสร้าง

### ๙.๑.๓.๘ การทดสอบระบบ

การทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์และตามที่คุณควบคุมงานเห็นสมควร ผู้รับจ้างต้องทำการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้าง ให้รู้ถึงวิธีการใช้งานระบบและ รวมทั้งจัดทำคู่มือการใช้งาน

### ๙.๑.๓.๙ การรับประกัน

ผู้รับจ้าง จะต้องรับประกันคุณภาพการใช้งาน และการชำรุดที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการใช้งานตามปกติวิสัยของอุปกรณ์ ฯ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า ๓๖๕ วัน นับตั้งแต่วันที่คณะกรรมการได้ทำการตรวจรับระบบเรียบร้อยแล้ว

### ๙.๑.๓.๑๐ งานอื่นที่เกี่ยวข้อง

ผู้รับจ้างจะต้องย้ายตำแหน่งตู้ Isolate transformer ขึ้นไว้เหนือฝ้า โดยผู้รับจ้างจะต้องทำโครงสร้างเหล็ก Support เพื่อรองรับอุปกรณ์ Isolate transformer (รายละเอียดการติดตั้งตามแบบ) และต้องทำการทดสอบการทำงานของ Isolate transformer ให้สมบูรณ์ก่อนส่งมอบ

คอมพาร์ทเมนต์ภายในห้องไม่ต้องรื้อถอน แต่ให้ผู้รับจ้างทำการ Protection คอมพาร์ทเมนต์ให้เรียบร้อย เพื่อมิให้เกิดความเสียหายจากการรื้อถอนและงานก่อสร้างในโครงการ

## หมวดที่ ๑๐ รายชื่ออุปกรณ์มาตรฐาน

### รายชื่อผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในโครงการ

### ประเทศผู้ผลิต

#### ๑. Low Voltage Circuit Breaker and Molded Case

Schneider	Local
Abb	Local
Siemens	Local

#### ๒. Panelboard

Schneider	Local
Abb	Local
Siemens	Local

#### ๓. Switch and Outlet

Panasonic	Local
Biticino	Local
Hago	Local

#### ๕. Luminaire Lamp

Philips	Local
---------	-------

	Luminance	Local
	L&E	Local
๖. Luminaire Light Bulb and General used		
	TEI	Local
	Luminance	Local
	L&E	Local
๗. Luminaire Emergency Self - Contained		
	Max Bright	Local
	Sunny	Local
	Dyno electric	Local
๘. Conduit Metal		
	Arrow pipe	Local
	Ui	Local
	Nippon	Local
	Panasonic	Local
๙. Cable		
	Thai Yazaki	Local
	Bangkok Cable	Local
	Phelps Dodge	Local
๑๐. DATA CABLE		
	Amp	USA
	Link	UK
	Belden	Natherland
๑๑. Control Cable		
	Helukabel	Local
	Delta	Local
	Unitronic	Local
๑๒. Nurse Call		
	AI phone	Japan
	Commax	Korea
	Forth	Local

## หมวดที่ ๔

### รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะระบบดับเพลิงอัตโนมัติด้วยน้ำยา NOVAC 1230

#### หมวดที่ ๑. ขอบเขตของงานระบบดับเพลิงอัตโนมัติด้วยน้ำยา NOVAC 1230

๑.๑ งานจัดหา ติดตั้ง ท่อจ่ายสำหรับสารดับเพลิงอัตโนมัติ หัวกระจายสำหรับสารดับเพลิงอัตโนมัติ (Fire Nozzle) โดยผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ที่ได้รับมาตรฐาน UL หรือ NFPA หรือ มาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับสากล โดยจะต้องทดสอบท่อและหัวกระจายสารดับเพลิงอัตโนมัติ ที่ติดตั้งให้มีความสมบูรณ์ เพื่อเตรียมไว้เชื่อมต่อระบบดับเพลิงอัตโนมัติด้วยน้ำยา NOVAC 1230 ในอนาคต

๑.๑.๑ งานระบบท่อจ่ายสำหรับสารดับเพลิงอัตโนมัติภายในห้องฝ้าตัด

๑.๑.๒ งานจัดหา ติดตั้ง และทดสอบ หัวกระจายสำหรับสารดับเพลิงอัตโนมัติ (Fire Nozzle) ทั้งหมดตามตำแหน่งที่แสดงในแบบแปลนภายในห้องฝ้าตัด บริเวณที่ติดตั้งเฉพาะใต้ฝ้า

#### หมวดที่ ๒. ระบบดับเพลิงอัตโนมัติด้วยน้ำยา NOVAC 1230

๒.๑ ท่อที่ใช้จะต้องเป็นท่อเหล็กดำไร้ตะเข็บ ชนิด ERW Seamed Pipe, Schedule ๔๐ ตามมาตรฐาน ASTM A-๕๓ Grade B ต้องทาสีรองพื้นกันสนิมชนิด Zinc Chromate หรือ Red Lead Primer ๒ ชั้น ก่อนนำไปใช้งาน

๒.๒ การต่อท่อแบบเกลียว (Thread) หรือ กรู๊ป (Groove) ทนแรงดันสำหรับ Working Pressure 42 bar ได้ ข้อต่อที่ใช้จะต้องเป็นข้อต่อมาตรฐาน (Standard Fittings) Class 300 เป็นอย่างต่ำ

๒.๓ ผู้รับจ้างต้องติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดให้ถูกต้องตามข้อกำหนดและแบบรายละเอียดและ/หรือตามตำแหน่งที่มีความจำเป็นเพื่อให้เหมาะสมต่อการใช้งานและการบำรุงรักษา

#### หมวดที่ ๓. หัวกระจายสารดับเพลิงอัตโนมัติ (Fire Nozzle)

๓.๑ หัวกระจายสารดับเพลิงอัตโนมัติ จะต้องทำด้วยวัสดุ อะลูมิเนียมอัลลอยด์ หรือ ทองเหลือง ที่มีความแข็งแรงทนทาน และเหมาะสมกับการใช้งาน โดยขนาดรูเจาะให้อ้างอิงจากมาตรฐานจากทางโรงงานผู้ผลิต และประสิทธิภาพของอุปกรณ์จะต้องสามารถควบคุมพื้นที่ได้อย่างน้อย ๒๔ ตร.ม. ต่อ ๑ Nozzle

#### หมวดที่ ๔. การทดสอบก่อนส่งมอบ

๔.๑ ผู้รับจ้างจะต้องทดสอบการรั่วซึมของท่อนำสารดับเพลิงโดยใช้ก๊าซไนโตรเจนอัดที่ความดันไม่น้อยกว่า ๔๐ PSI ทิ้งไว้ไม่น้อยกว่า ๒๐ นาที โดยความดันจะต้องตกไม่เกิน ๒๐%

#### หมวดที่ ๕. รายชื่ออุปกรณ์มาตรฐาน Siemen ,VICTAULIC, VIKING หรือเทียบเท่า

## หมวดที่ ๕

### รายละเอียดคุณลักษณะและมาตรฐานอุปกรณ์ระบบก๊าซทางการแพทย์ (MEDICAL GASES SYSTEM)

#### หมวดที่ ๑. มาตรฐานการติดตั้งและการผลิต

ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น วัสดุอุปกรณ์การประกอบการติดตั้ง จะต้องเป็นไปตามกฎเกณฑ์ และข้อกำหนดมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

- ๑.๑ NFPA ๙๙, Standard for Healthcare Facilities, ๑๙๙๙ Edition
- ๑.๒ FCC Part ๑๕ Class A, Federal Communications Commission
- ๑.๓ ICES ๐๐๓ Class A, Interference-Causing Equipment, Digital Apparatus
- ๑.๔ UL ๑๐๖๙, Hospital Signaling and Nurse Call Equipment

#### หมวดที่ ๒. หัวต่อจ่ายแก๊ส (STATION OUTLET)

ติดตั้งงานท่อแก๊ส ให้ผู้รับจ้าง ย้ายตำแหน่งติดตั้งหัวจ่ายก๊าซทางการแพทย์โดยใช้อุปกรณ์เดิม ให้ตรงตามจำนวนแบบในแต่ละห้อง

#### หมวดที่ ๓. SHUTOFF VALVE, ZONE VALVE, CHECK VALVE AND PRESSURE RELIEF VALVE

- ๓.๑ SHUTOFF VALVE (อุปกรณ์เดิม)
- ๓.๒ ZONE VALVE (อุปกรณ์เดิม)
- ๓.๓ CHECK VALVE และ PRESSURE RELIEF VALVE (อุปกรณ์เดิม)

#### หมวดที่ ๔. ท่อ, อุปกรณ์ประกอบท่อและการติดตั้ง

๔.๑ ท่อที่ใช้สำหรับระบบก๊าซทางการแพทย์ ต้องเป็นท่อทองแดงไร้ตะเข็บ ตามมาตรฐาน ASTM B ๘๑๙ TYPE L DRAWN TEMPER ตามมาตรฐาน ASTM ๘๑๙ ยกเว้นท่อที่ติดตั้งอยู่เหนือฝ้าเพดานและมีได้ฝังอยู่ภายในผนังของระบบ WAGD สามารถใช้ท่อ PVC ชั้น ๑๓.๕ มาตรฐาน มอก.๑๗-๒๕๓๒ ได้

๔.๒ อุปกรณ์ต่อท่อ ต้องเป็นทองแดงชนิด WROUGHT COPPER FITTING เท่านั้น ห้ามงอท่อด้วยเครื่องมือตัดท่อ ให้ใช้อุปกรณ์ที่ทำขึ้นเพื่อการนี้โดยเฉพาะเท่านั้น

๔.๓ การติดตั้ง และประกอบท่อจะต้องปฏิบัติตามมาตรฐาน NFPA ๙๙

๔.๔ แนวท่อที่จะเดิน จะต้องเดินเป็นแนวตรงให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ห้ามมิให้ใช้ท่อที่มีขนาดเล็กกว่า ๑/๒ ” สำหรับระบบที่มีแรงดัน และ ๓/๔ ” สำหรับระบบ VACUUM

๔.๕ ให้แนวท่อทั้งหมดเดินคู่ขนานไปด้วยกัน และอยู่บน RACK หรือ HANGER เดียวกัน

๔.๖ ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ SHOP DRAWING ในการเดินท่อ โดยแสดงแนวท่อ, ขนาดท่อ, จุดแขวน หรือรับท่อ เพื่อขออนุมัติก่อนทำการติดตั้ง

๔.๗ ระบบท่อที่ติดตั้งอยู่เหนือฝ้าเพดาน หรือฝังอยู่ภายในผนัง หากจำเป็นต้องเดินอยู่ภายนอกผนัง หรือฝ้าเพดาน หรือส่วนที่ไม่มีฝ้าเพดาน ผู้รับจ้างจะต้องขอความเห็นชอบก่อนดำเนินการติดตั้ง

๔.๘ หลีกเลี่ยงการเดินแนวท่อใกล้กับแนวท่อไฟฟ้า, ท่อลมปรับอากาศ และท่อระบบอื่น ๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ และห้ามเดินท่อทะลุผ่านท่อลมระบบปรับอากาศเป็นอันขาด

๔.๙ ท่อที่เดินผ่านทะลุกำแพง, ผนัง หรือพื้นให้หุ้มด้วยท่อ PVC (SLEEVE) ก่อนฉาบปูนทับ

๔.๑๐ แนวท่อที่เดินผ่านทะลุผนังกันไฟ ต้องอุดรูด้วยวัสดุป้องกันไฟ (FIRE RETARDANT SEALANT)

๔.๑๑ ผู้รับจ้างจะต้องต่อสายดิน เชื่อมกับระบบท่ออย่างน้อย ๓ จุด ในระบบแนวท่อก๊าซทั้งหมด

๔.๑๒ ห้ามมิให้ใช้ท่อของก๊าซทางการแพทย์ เป็นสายดินสำหรับอุปกรณ์ของระบบอื่นเป็นอันขาด

๔.๑๓ ห้ามมิให้ใช้ก๊าซของระบบก๊าซทางการแพทย์ เพื่อประสงค์อื่น นอกจากทางการแพทย์เท่านั้น และจะต้องไม่ใช้สำหรับ NEUMATIC CONTROL ของประตู, เครื่องนั่งหรือเครื่องจักรกลอื่น เป็นต้น

๔.๑๔ ห้ามเดินท่อผ่านทะลุท่อลมระบบปรับอากาศ, ผ่านห้องครัว, ห้องไฟฟ้า หรือพื้นที่ใด ๆ ที่มีการเสี่ยงอันตรายจากการรั่วของก๊าซ

๔.๑๕ ข้อควรระวังอย่างยิ่งของการติดตั้งท่อคือ จะต้องระวังการสลับ ติดตั้งเส้นท่อของระบบก๊าซแต่ละชนิด

๔.๑๖ วัสดุป้องกันไฟลาม (Fire Barrier) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งวัสดุป้องกันไฟลามและคว้นไฟบริเวณช่องเปิด และช่องแนวเดินท่อ หรืออื่นๆที่เกี่ยวข้องในงานที่ผ่านทะลุพื้น ผนัง และช่อง SHAFT ภายหลังจากที่ได้ ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆแล้ว วัสดุต้องมีคุณสมบัติในอัตราทนไฟได้ไม่น้อยกว่า ๒ ชั่วโมง ตามมาตรฐาน NEC ๓๐๐-๒๑ และ ASTM

## หมวดที่ ๕. การเชื่อมต่อ, การทำความสะอาดระบบท่อ และการทดสอบ

๕.๑ การเชื่อมต่อทองแดง ให้ใช้วิธี BRAZING เท่านั้น

๕.๒ ให้เชื่อมต่อด้วยอุปกรณ์สำหรับการนี้โดยเฉพาะเท่านั้น

๕.๓ ลวดเชื่อมที่ใช้จะต้องเป็นลวดเชื่อมเฉพาะ (SILVER BRAZING ALLOY) ที่มีจุดหลอมที่  $600^{\circ} - 800^{\circ}C$

๕.๔ ห้ามใช้ FLUX ในการเชื่อมต่อ โดยทั่วไปลวดเชื่อมที่ใช้เพื่อการนี้จะมีส่วนผสมอยู่แล้ว

๕.๕ ในขณะที่ทำการเชื่อมต่อ ให้ผู้รับจ้างจัดเตรียมแก๊ส NITROGEN ที่ปราศจากความชื้น และน้ำมันปล่อยเข้าไปในเส้นท่อที่กำลังเชื่อม ด้วยอัตราการไหลเบา ๆ เพื่อไล่อากาศภายในท่อออก เพื่อป้องกันการเกิด OXIDE ภายในท่อ ห้ามขยายหรือบีบเส้นท่อเพื่อให้สวมกันได้โดยตรงในการต่อ

๕.๖ ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดท่อ และอุปกรณ์ประกอบท่อทั้งหมด ให้สะอาดปราศจากฝุ่นผงหรือคราบไขมัน โดยใช้โซเดียมคาร์บอเนต หรือไตรโซเดียมฟอสเฟต ส่วนผสม ๑ ปอนด์ต่อน้ำสะอาด ๓ แกลลอน แล้วล้างทำความสะอาดด้วยน้ำร้อน แล้วเป่าให้แห้ง ควรมีการระวังดูแลเพื่อป้องกันของสกปรกภายในระบบ ผู้ติดตั้ง, ผู้ตรวจสอบหรือผู้ควบคุมงานจะต้องมีการตรวจสอบดูแลอย่างเคร่งครัด

๕.๗ ภายหลังจากการเชื่อมต่อ ส่วนที่ยังไม่เรียบร้อยจะต้องมีการปิดปลายท่อไว้ให้สนิท มิให้มีสิ่งสกปรกเข้าไปในท่อ

๕.๘ ภายหลังจากการเชื่อมต่อ และอุปกรณ์ต่างๆ ผู้รับจ้างจะต้องทำการตรวจสอบรอยรั่วของระบบทั้งหมด และ/หรือแต่ละส่วนของระบบ มิให้มีรอยรั่วด้วยการอัดก๊าซ NITROGEN ที่ความดันไม่น้อยกว่า ๑.๕ เท่าของความดันใช้งานปกติ ไม่น้อยกว่า ๔๘ ชั่วโมง

๕.๙ ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบแนวท่อของแต่ละระบบ มิให้เกิดการเชื่อมต่อ ไขว้ระบบกัน ซึ่งในทางปฏิบัติจะต้องมีการทำสัญลักษณ์ของระบบท่อของก๊าซแต่ละระบบ

๕.๑๐ เพื่อให้เกิดความมั่นใจ ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบระบบโดยการอัดก๊าซ NITROGEN เข้าในเส้นท่อของแต่ละระบบด้วยความดันที่แตกต่างกันอีกครั้งหนึ่ง ภายหลังตรวจรอยรั่วและวัดค่าความดันของแต่ละแนวท่อ ของระบบ ก๊าซนั้นๆ แล้ว

๕.๑๑ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการตรวจสอบความเรียบร้อยโดยทั่วไปของระบบ ทดสอบ และยืนยันความถูกต้องของระบบก่อนใช้งานจริง โดยผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ที่มีประสบการณ์ ที่เป็นบุคคลที่สาม (Third Party Professional Qualification for Medical Gas System Verifiers)

๕.๑๒ การตรวจสอบดำเนินการโดยผู้มีความชำนาญและประสบการณ์ในการตรวจและทดสอบระบบก๊าซทางการแพทย์ และผ่านการอบรมหลักสูตร ASSE 6020 Professional Qualification Standard for Medical Gas System Inspectors หรือ ASSE ๖๐๓๐ Professional Qualification Standard for Medical Gas System Verifiers



- สีขาว สำหรับ WASTE ANESTHETIC GAS DISPOSAL อักษรย่อ คือ WAGD

หมวดที่ ๘. รายชื่ออุปกรณ์มาตรฐาน

MAT. & EQUIP. LIST

PRODUCT

๘.๑. COPPER TUBE AND FITTING

N.B.C,Kembla,Cambridg หรือเทียบเท่า