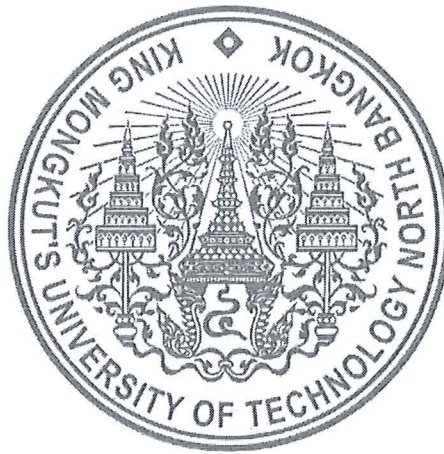




รายการประกอบแบบ

โครงการปรับปรุงห้องป้องกันเชื้อจุลินทรีย์ จำนวน 1 งาน
ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ อาคาร 72 ชั้น 5
คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 ความต้องการทั่วไป	3
บทที่ 2 ข้อกำหนดทั่วไป หมวดงานระบบไฟฟ้า	9
บทที่ 3 ข้อกำหนดทางเทคนิค หมวดงานระบบไฟฟ้า	11
บทที่ 4 ข้อกำหนดทางเทคนิค หมวดงานตกแต่งภายใน	14
บทที่ 5 ข้อกำหนดทางเทคนิค หมวดงาน ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	16

บทที่ 1

ความต้องการทั่วไป

1. ลักษณะโครงการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยคณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ ต้องการปรับปรุงห้องป้องกันเชื้อจุลินทรีย์ของภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ จำนวน 1 ห้อง เพื่อยกระดับห้องปฏิบัติการป้องกันเชื้อเดิมให้ได้มาตรฐานห้องปลอดเชื้อตามมาตรฐาน ISO14644-1 ระดับ Class 10000 หรือเทียบเท่า สำหรับการยกระดับการวิจัยและการบริการทางวิชาการของห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพ ให้สามารถขอมาตรฐานรับรองต่างๆ เช่น ESPReL GMP หรือ ISO 17025 รองรับ การให้บริการทางวิชาการอย่างมีมาตรฐาน และผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการให้เสร็จเรียบร้อยภายในกำหนดสัญญาและให้สามารถ ใช้ประโยชน์ได้ตามวัตถุประสงค์ของโครงการทุกประการ

2. ขอบเขตของงาน

2.1 งาน

- งานของผู้รับจ้างมีขอบเขตตามปริมาณงานในสัญญาและจะต้องดำเนินการก่อสร้างและติดตั้งให้ถูกต้องตามแบบติดตั้ง และรายละเอียดเงื่อนไขต่างๆ

2.2 การปฏิบัติงาน

- การปฏิบัติงานติดตั้งของผู้รับจ้างจะต้องอยู่ภายใต้การควบคุมดูแลและความรับผิดชอบของผู้แทนและผู้ควบคุมงานของผู้รับจ้างตลอดเวลา
- จากการส่งงวดงานซึ่งมีงวดสุดท้ายและคณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้ทำการตรวจรับ รวมตลอดถึงมีการเบิกจ่ายเงิน เป็นที่เรียบร้อยแล้วด้วย มิได้ถือว่าการรับมอบงานกันแต่อย่างใด โดยถือว่าเป็นเพียงการตรวจรับผลงานของผู้รับจ้างเพื่ออนุญาตให้ผู้รับจ้างสามารถเบิกเงินได้บางส่วนตามปริมาณผลงานเท่านั้น และหากเกิดความชำรุดเสียหาย ขึ้นด้วยเหตุใดๆ ก็ตามผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการซ่อมแซม ปรับปรุง แก้ไข หรือติดตั้งใหม่ให้ถูกต้องเรียบร้อยดังเดิม ภายในระยะเวลาที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะกำหนดให้ และจะต้องไม่เกินกำหนดการส่งงานงวดสุดท้าย
- ในกรณีที่ผลการปฏิบัติงานจริงของผู้รับจ้างต่ำกว่าที่ผู้รับจ้างได้กำหนดไว้ในแผนการปฏิบัติงาน คณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะแจ้งให้ผู้รับจ้างทราบพร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางแก้ไขและปรับปรุงการปฏิบัติงานของผู้รับจ้าง เพื่อให้ผู้รับจ้าง ได้พิจารณาปรับปรุงแก้ไขการปฏิบัติงาน และจัดทำแผนการปฏิบัติงานใหม่เสนอต่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุภายใน ระยะเวลา 15 วัน นับแต่วันที่ได้รับการแจ้ง
- ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งวันที่จะเข้าดำเนินการที่แน่นอนแก่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุให้ทราบล่วงหน้าก่อนที่ผู้รับจ้างจะ เข้าดำเนินการไม่น้อยกว่า 7 วัน พร้อมทั้งชื่อของผู้แทนผู้รับจ้างที่จะประจำอยู่ ณ บริเวณสถานที่ติดตั้งด้วย

2.3 รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

2.3.1 ห้องป้องกันเชื้อจุลินทรีย์ (Antimicrobial Room)

- ทำการก่อสร้างและตกแต่งห้องป้องกันเชื้อจุลินทรีย์ (Antimicrobial Room)
- เป็นห้องปฏิบัติงานหลักมีความสะอาดในระดับสูง
- เป็นห้องควบคุมปริมาณอนุภาคของฝุ่นละอองไม่ให้เกินกำหนด ทั้งยังควบคุมสิ่งปนเปื้อนภายในห้องนั้น

และมีการควบคุมปัจจัยอื่นๆ ให้มีไม่เกินระดับที่กำหนดไว้ เป็นห้องปลอดฝุ่นตามมาตรฐาน ISO14644-1 ระดับ Class 10000 หรือเทียบเท่า ขนาดไม่น้อยกว่า 14 ตารางเมตร ผนังกันระหว่างห้องและฝ้าเพดานเป็นงานติดตั้งใหม่หนาไม่น้อยกว่า 40 มิลลิเมตรและมีประตูแบบเปิดเลื่อนสไลด์กว้างไม่น้อยกว่า 1 เมตร สูงไม่น้อยกว่า 2 เมตร จำนวน 1 ประตู เพื่อกัน ระหว่างห้องป้องกันเชื้อจุลินทรีย์กับห้องแอร์ 샤워 (Air Shower)

- สามารถควบคุมอุณหภูมิ (Temperature) ได้ในช่วง 25 ± 3 องศาเซลเซียส
- สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ได้ในช่วง $55 \pm 10\%$ R.H.
- ระบบฮีตเตอร์ คอนโทรล (Heater Control System)
- สามารถควบคุมแรงดันอากาศ ได้ในช่วง 0.1 ถึง 0.05 Inc. water

- เครื่องปรับอากาศ ขนาด 28,000 BTU ชนิด แพนคอยล์ยูนิต (FCU) พร้อมตัวกรองอากาศ Pre Medium Filter และ HEPA filter
- ระบบระบายอากาศ Exhaust Fan Airflow 700 cfm พร้อมตัวกรองอากาศ Pre Medium Filter
- มีระบบเฟรชแอร์ (Fresh Air OA) Airflow 700 cfm พร้อมตัวกรองอากาศ Pre Medium Filter
- มีระบบควบคุมระบบไฟฟ้า (Electrical System Control)
- มีชุดระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นทั้งระบบ Auto Control และ Manual Control
- ผนังเป็นผนัง Sandwich Panel Wall ชนิด Polyurethane Foam (PS) หรือผนังที่มีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า หนาไม่น้อยกว่า 40 มิลลิเมตร
- มีจอแสดงระบบควบคุมเป็นดิจิทัลแบบ Touch screen
- มีระบบ Scan ลายนิ้วมือก่อนเข้าห้อง (Access Control)
- มีการติดตั้งระบบสายไฟไฟ (Wiring Cable Electrical System) ระบบให้แสงสว่าง (Lighting system) ปลั๊กไฟฟ้า (Plug) ระบบ Fan Coil Unit ระบบ Exhaust Ceiling Fan ระบบ FFU และ Air Shower อย่างถูกต้องตามมาตรฐานที่กำหนด

2.3.2 ทางเดินเชื่อม

- ระบบแอร์ชาเวอร์ (Air Shower System)
- ระบบจ่ายอากาศพร้อมซัพพลายแอร์ (Supply Air SA)
- ระบบระบายอากาศ Exhaust Fan
- ไฟส่องสว่าง Panel light 38 วัตต์ ขนาด 30 x 120 เซนติเมตร

2.3.3 ระบบแอร์ชาเวอร์

- ระบบ Air shower แบบเป่าด้านบน 1 ด้านขนาดภายนอกกว้างไม่น้อยกว่า 0.68 เมตร x ยาว 0.68 เมตร x สูง 2 เมตร (W x L x H) และขนาดภายในไม่น้อยกว่า 0.58 เมตร x 0.58 เมตร x สูง 2.0 เมตร (W x L x H)
- มีตัวกรองอากาศ Pre Medium Filter

3. การเตรียมงานของผู้รับจ้าง

- 3.1 ผู้รับจ้างต้องสำรวจสภาพของสถานที่ที่จะทำการติดตั้งรวมทั้งตรวจวัดระยะขนาดของอาคารอุปกรณ์ไฟฟ้า และงานท่อน้ำ โดยละเอียด เพื่อเป็นข้อมูลในการประกอบการติดตั้ง ซึ่งจะต้องปรับตามสถานที่และอุปกรณ์เครื่องใช้ดังกล่าว
- 3.2 ผู้รับจ้างจะต้องทำการศึกษาแบบและรายละเอียดประกอบแบบตลอดจนขั้นตอนการดำเนินงานต่างๆ รวมถึงการประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่นๆ อย่างละเอียดถี่ถ้วน ทั้งนี้รวมทั้งการทำความเข้าใจกับผู้ว่าจ้างในรายละเอียดปลีกย่อยอื่นๆ ถ้ามี ให้เป็นที่เรียบร้อยแล้วก่อนเริ่มดำเนินการก่อสร้าง
- 3.3 จัดหา จัดซื้อและนำส่งวัสดุอุปกรณ์ประกอบการตกแต่ง ช่างเทคนิค ช่างฝีมือ และแรงงานตลอดจนเครื่องมือ เครื่องใช้ต่างๆ เพื่อดำเนินการตกแต่งตามรูปแบบและรายการให้เสร็จสมบูรณ์ทันเวลาที่กำหนดไว้ในสัญญาว่าจ้าง
- 3.4 หาวิธีการในการปฏิบัติงานเพื่อมิให้เป็นการรบกวนต่อการทำงานของบุคคลข้างเคียงหรือผู้รับเหมารายอื่นๆ เช่น การเก็บรักษาวัสดุตกแต่งการเก็บกวาด สิ่งปฏิกูลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ และการรักษาความสงบในระหว่างการปฏิบัติงานและอื่นๆ

4. การประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่น

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการประสานงานให้ความยินยอมและให้ความร่วมมือในการติดตั้ง หรือตกแต่งแก่ผู้รับจ้างรายอื่นที่ปฏิบัติงานอันไม่รวมในการก่อสร้างนี้ และให้มีแผนปฏิบัติงานประสานกันเพื่อการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามแผนงานนั้นๆ เช่น งานติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องปรับอากาศ และงานด้านสุขาภิบาลจนแล้วเสร็จ และสามารถใช้งานได้ตั้งแต่วันที่พอใจแก่ผู้ว่าจ้าง หากเกิดเหตุให้เกิดความเสียหาย ให้เกิดความล่าช้าและเกิดค่าใช้จ่ายแก่ผู้ว่าจ้างเนื่องจากความไม่ประสานงานกัน ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบไม่นำมาเป็นเหตุในการขอต่ออายุสัญญา ต้องรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายที่เกิดแก่ผู้ว่าจ้าง และต้องไม่นำมาเป็นเหตุเรียกร้องค่าเสียหายใดๆ

5. การจัดแผนงาน

ผู้รับจ้างต้องจัดแผนงานนำเสนอต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างภายใน 7 วันนับแต่วันที่ได้รับแจ้งการตัดสินใจให้เป็นผู้ดำเนินการตกแต่งภายใน ซึ่งจะต้องประกอบด้วย

- เวลาเริ่มงานการก่อสร้างและขั้นตอนต่างๆ
- เวลาการจัดหาวัสดุก่อสร้างและอุปกรณ์
- การเตรียมงาน ขั้นตอน และดำเนินการประกอบงานที่โรงงาน
- ระยะเวลาติดตั้ง ณ สถานที่ดำเนินงานก่อสร้าง
- เวลาแล้วเสร็จของงานก่อสร้างทั้งหมด โดยมีข้อแม้ตามเงื่อนไขที่ทางผู้ว่าจ้างได้กำหนดไว้ และต้องแสดงแผนภูมิสถิติความก้าวหน้าของการปฏิบัติงานก่อสร้างทุกประเภท โดยแสดงไว้ ณ สถานที่ดำเนินงานก่อสร้างเพื่อความสะดวกในการตรวจสอบงานของผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง

6. ผู้รับจ้างช่วง

ในกรณีที่งานก่อสร้างทั้งหมดจะต้องใช้ช่างหรือผู้รับจ้างช่วง หรือผู้ชำนาญงานด้านฝีมือหรือเทคนิคพิเศษ หากปรากฏว่าช่างของผู้รับจ้างหรือผู้รับจ้างช่วงไม่มีฝีมือ หรือความรู้ความสามารถไม่เหมาะสมกับงาน หรือเป็นผู้มีความประพฤติไม่เรียบร้อย ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในผลงานการปฏิบัติการของช่างหรือผู้รับจ้างช่วงที่ได้ดำเนินไปแล้วโดยยึดถือความเสียหายอันเกิดขึ้นแก่งานก่อสร้างเป็นของผู้รับจ้างในทุกกรณี

7. สวัสดิการและความปลอดภัย

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในความปลอดภัยเกี่ยวกับทรัพย์สินของผู้ว่าจ้าง การบาดเจ็บเสียชีวิตอันเกิดจากอุบัติเหตุในการก่อสร้างของผู้ที่เกี่ยวข้องหรือช่างและคนงานของผู้รับจ้าง ตลอดจนจัดเตรียมอุปกรณ์การปฐมพยาบาลและสวัสดิการให้คนงานตามสมควร

8. การป้องกันความเสียหายอันจะเกิดขึ้นแก่อาคาร

ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังไม่ให้งานเกิดความเสียหายต่ออาคารรวมทั้งโครงสร้างอาคารส่วนประกอบอื่นๆ ที่มีอยู่แล้ว เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้าและปรับอากาศ ฯลฯ หากมีความเสียหายใดๆ เกิดขึ้นผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการซ่อมแซม แก้ไข ด้วยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเองจนได้รับความพอใจจากผู้ว่าจ้าง

9. การควบคุมบุคคลภายนอก

ผู้รับจ้างต้องควบคุมบุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างเข้ามาในบริเวณที่ทำการก่อสร้างเป็นอันขาด และจะต้องรับผิดชอบในความเสียหายที่เกิดขึ้นในทุกกรณี

10. ผู้คุมงาน

ผู้รับจ้างจะต้องจ้างหรือแต่งตั้งหัวหน้าคุมงานก่อสร้าง หรือผู้รับผิดชอบงานเพื่อเป็นตัวแทนรับผิดชอบงานทุกชนิดของผู้รับจ้างทั้งด้านโรงงานและการติดตั้งที่สถานที่ก่อสร้างในกรณีที่มิขอผิดพลาดข้อสงสัยใดๆ ขณะที่ผู้รับจ้างไม่อยู่ และหัวหน้าคุมงานจะต้องเป็นผู้ที่สามารถเข้าใจในแบบและรายการก่อสร้าง และมีความรู้ในการใช้วัสดุและอุปกรณ์การก่อสร้างเป็นอย่างดี หากพบว่าหัวหน้าคุมงานผู้นั้นไม่มีประสิทธิภาพและความสามารถในการทำงาน และในการปฏิบัติงานอันจะทำให้เกิดผลเสียกับงานผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะขอเปลี่ยนหัวหน้าคุมงาน

11. การตรวจงาน

ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง และผู้ออกแบบ มีสิทธิตรวจและดูความคืบหน้าของงานระหว่างการดำเนินงานก่อสร้างทั้งที่โรงงานและสถานที่ทำการก่อสร้างตลอดเวลาเพื่อตรวจสอบและวัดผลการดำเนินงานให้ถูกต้อง โดยผู้รับจ้างต้องแสดงสถิติของการปฏิบัติงานทุกขั้นตอนตามความเป็นจริง ตั้งแต่เริ่มลงมือก่อสร้างจนกระทั่งแล้วเสร็จสมบูรณ์ อีกทั้งต้องอำนวยความสะดวกในการตรวจงานในสถานที่ก่อสร้าง

12. การสั่งซื้อของและวัสดุ

วัสดุและอุปกรณ์การก่อสร้างบางอย่างซึ่งจำเป็นต้องสั่งซื้อเป็นพิเศษ ผู้รับจ้างต้องสั่งของนั้นๆ ล่วงหน้าหรือตรวจสอบจำนวนว่ามีมากพอที่จะใช้หรือไม่เพื่อจะได้ทันกับการประกอบและดำเนินงานทันตามสัญญาที่กำหนด ไม่ว่าวัสดุนั้นจะสั่งซื้อภายในประเทศหรือจากต่างประเทศ หากการดำเนินการสั่งซื้อล่าช้าด้วยเหตุผลใดก็ตาม ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในทุกกรณีโดยปราศจากเงื่อนไขใดๆ ทั้งสิ้น

13. การใช้วัสดุเทียบเท่าและการใช้วัสดุอื่นทดแทน

ในกรณีที่วัสดุหรืออุปกรณ์ตกแต่งที่กำหนดให้ตามแบบและรายการไม่สามารถที่จะหาได้ในท้องตลาด ผู้รับจ้างต้องยื่นขออนุมัติการใช้วัสดุเทียบเท่า โดยต้องนำเสนอวัสดุที่ขอเทียบเท่ามากกว่า 1 รายการเพื่อจะได้เปรียบเทียบคุณภาพได้ตามความประสงค์และระยะเวลาที่เสียไปในการขอเทียบเท่า นั้น ผู้รับจ้างจะถือเป็นเหตุในการต่อสัญญาไม่ได้ และในการขอเทียบเท่า นั้น หากวัสดุหรืออุปกรณ์ขอเทียบเท่า มีราคาต่ำกว่าวัสดุที่กำหนดให้ในแบบและรายการ ผู้รับจ้างยินดีที่จะให้ผู้ว่าจ้างหรือเจ้าของหักเงินส่วนของวัสดุที่ขาดไปเมื่อมีการจ่ายเงินในงวดต่อไป หรือถ้าหากราคาสูงกว่าเดิม ผู้รับจ้างจะเรียกกรอกราคาใช้จ่ายเพิ่มเติมจากเดิมไม่ได้ ฉะนั้นในการขอวัสดุเทียบเท่าหรือใช้วัสดุแทนให้ใช้วัสดุที่มีราคาและคุณภาพใกล้เคียงกับวัสดุที่กำหนดให้ในแบบและรายการ

14. แบบและรายการก่อสร้าง

แบบและรายการการก่อสร้างรวมถึงรายละเอียดในงานนี้ทั้งหมด ผู้รับจ้างจะนำไปใช้ในงานชิ้นอื่นไม่ได้ และผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะเรียกกรอกรูปแบบและรายละเอียดในการก่อสร้างชิ้นเมื่องานก่อสร้างทั้งหมดได้สิ้นสุดลง

15. การรักษาแบบและรายการ

ผู้รับจ้างต้องรักษารูปแบบและรายการการก่อสร้างให้อยู่ในสภาพที่ดีโดยครบถ้วน 1 ชุด เก็บไว้ที่สถานที่ก่อสร้างหรือที่โรงงานที่จะทำการประกอบก่อสร้างตลอดเวลาเพื่อให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างสามารถตรวจสอบได้ทุกเวลา รวมทั้งแบบแก้ไขการเปลี่ยนแปลงครั้งสุดท้ายเพื่อใช้ประกอบการตรวจงาน

16. ข้อขัดแย้งในแบบและรายการ

ในการปฏิบัติการหรือดำเนินการก่อสร้าง หากมีข้อขัดแย้งหรือประสพปัญหาอันเป็นข้อขัดแย้งในวิธีปฏิบัติงานอันเกิดจากแบบและรายการการก่อสร้าง ให้ผู้รับจ้างแจ้งต่อผู้ว่าจ้างและผู้ออกแบบเพื่อพิจารณาทันทีก่อนที่จะลงมือดำเนินการต่อไปตามที่กำหนดไว้ โดยต้องไม่ถือว่าการแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบและรายการแต่อย่างใด

17. ระเบียบและมาตรฐานต่างๆ

ขนาดและมาตรฐานส่วนต่างๆ ที่ปรากฏในแบบและรายการ ให้ปรับได้ตามสถานที่ที่ทำการก่อสร้างหรือติดตั้งและยึดถือตัวเลขที่ระบุไว้เป็นสำคัญ การวัดจากแบบโดยตรงอาจทำให้เกิดความผิดพลาดได้ ถ้ามีข้อสงสัยให้สอบถามจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างก่อนลงมือประกอบการ

อนึ่ง ในการก่อสร้างทั่วไปผู้รับจ้างจะต้องวางแผนการก่อสร้างต่างๆ ให้ผู้ออกแบบตรวจก่อนลงมือดำเนินการก่อสร้างและหรือการประกอบงานครุภัณฑ์ รวมทั้งตรวจสอบระยะต่างๆ ของอาคาร เครื่องใช้ อุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ และงานต่างๆ เพื่อเป็นหลักในการทำงานที่จะต้องดำเนินการต่อเนื่องกัน

18. การเปลี่ยนแปลงในการติดตั้ง

ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างและผู้ออกแบบ มีสิทธิที่จะสั่งเปลี่ยนแปลงรายละเอียดวัสดุและอุปกรณ์ การติดตั้ง หรือเปลี่ยนแปลงรูปแบบตามสภาพของสถานที่ติดตั้ง เพื่อให้ได้ซึ่งประโยชน์ใช้สอยและให้ได้มาซึ่งงานที่สมบูรณ์ โดยที่การเปลี่ยนแปลงนี้ไม่ได้ทำให้ราคาก่อสร้างสูงขึ้น

19. การติดตั้งที่ไม่ตรงกับรูปแบบและรายการ

ในกรณีที่มีการตรวจพบว่าผู้รับจ้างทำการก่อสร้างไม่ถูกต้องตามแบบแปลนและรายละเอียดหรือรายการ ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างและผู้ออกแบบมีสิทธิให้ผู้รับจ้างทำการแก้ไขให้ถูกต้องทันที โดยผู้รับจ้างจะเรียกร้องค่าเสียหายหรือต่อสัญญาไม่ได้ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

20. การเสนอแบบติดตั้งจริง (Shop Drawing)

ก่อนที่งานก่อสร้างจะดำเนินการ ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบขยายเท่าของจริงหรือตามขนาดที่ผู้ว่าจ้างกำหนดแก่ผู้ว่าจ้าง และผู้ว่าจ้างจะพิจารณาอนุมัติ โดยเฉพาะความประณีตและงานที่ต้องการความสวยงาม ฯลฯ ทั้งนี้ หากผู้รับจ้างได้ดำเนินการ ไปก่อนโดยพลการและมีผลเสียหายแก่งานก่อสร้าง ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะสั่งระงับหรือแก้ไข โดยผู้รับจ้างจะเรียกร้องค่าเสียหายใดๆ มิได้

21. ตรวจสอบความถูกต้องของห้อง

ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบปริมาณฝุ่นในห้องให้อยู่ในระดับ Cleanliness Class โดยใช้ Laser Particle Counter ชนิดที่สามารถรายงานผลทั้งแบบ Digital Display และ Printing ในการตรวจสอบความดัน Room Pressure ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบโดยใช้ Manometer Gauge แบบ Megnehelic Coil พร้อม Calibration Certificate ในการตรวจสอบการรั่วซึมของ HEPA Filter ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบโดยใช้ PAO Scan Test

นอกจากนี้ผู้รับจ้างต้องทำการตรวจสอบระบบควบคุมและฟุ้งขึ้นทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศ ตรวจสอบอุณหภูมิ แรงดัน ความชื้นและสภาพอุปกรณ์ เครื่องวัดค่าต่างๆของแต่ละห้องซึ่งต้องมี Calibration Certificate ซึ่งมี Validation จนถึงวันวัดผลจริง

22. การส่งมอบงาน

ก่อนส่งมอบงาน ผู้รับเหมาต้องปฏิบัติตามดังต่อไปนี้

22.1 ทำความสะอาด

ผู้รับจ้างจะต้องเก็บกวาดทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกอาคารและบริเวณติดตั้งให้เรียบร้อย วัสดุที่ไม่ใช่แล้วต้องทำการขนออกให้พ้นบริเวณทั้งหมดและปิดกวาดอาคารให้สะอาด รวมทั้งการกำจัดกลิ่นต่างๆ ที่เกิดจากการปฏิบัติงานของผู้รับจ้าง

22.2 ทดสอบอุปกรณ์ต่างๆ

ผู้รับจ้างต้องทดสอบอุปกรณ์ต่างๆ จนสามารถใช้การได้ดีทุกจุด ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างหรือผู้ออกแบบมีความประสงค์จะทำการทดสอบอุปกรณ์ต่างๆ ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีการทดสอบตามที่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างกำหนดโดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมด และจะไม่นำมาเป็นเหตุเรียกร้องค่าใช้จ่ายหรือค่าเสียหายใดๆ

22.3 งานระบบและอุปกรณ์ต่างๆที่เป็นของผู้ว่าจ้าง

ผู้รับจ้างต้องทดสอบงานระบบและอุปกรณ์ต่างๆที่เป็นของผู้ว่าจ้าง ซึ่งเป็นงานระบบและอุปกรณ์ต่างๆที่มีติดตั้งอยู่เดิมและใช้งานได้อยู่เดิมให้ใช้ได้ดังเช่นเดิมภายหลังที่ผู้รับจ้างปฏิบัติงานเสร็จสิ้นก่อนการส่งมอบงาน โดยอ้างอิงจากการสำรวจหน้างานและข้อตกลงร่วมกันระหว่างผู้รับจ้างกับผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างก่อนผู้รับจ้างจะเข้าปฏิบัติงาน

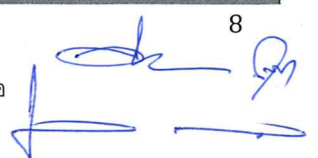
ส่วนความเสียหายที่เกิดขึ้น ในกรณีที่งานระบบและอุปกรณ์ต่างๆที่เป็นของผู้ว่าจ้างนั้นใช้งานไม่ได้ดังเช่นเดิม โดยมีสาเหตุอันเกิดจากความประมาท หรือการใช้งานไม่ถูกต้อง ใช้งานผิดประเภท หรือการกระทำอันอื่นอันเกิดจากผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขงานระบบและอุปกรณ์ต่างๆที่เป็นของผู้ว่าจ้างให้ใช้ได้ดังเช่นเดิม โดยค่าใช้จ่ายหรือค่าเสียหายใดๆ ที่เกิดขึ้น ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบ

23. คุณสมบัติของผู้ประสงค์จะเสนอราคา

ผู้เสนอราคาต้องเป็นนิติบุคคลและมีผลงานก่อสร้างประเภทเดียวกันกับงานที่ประกวดราคาจ้างในวงเงินไม่น้อยกว่า 890,000.00 บาท (แปดแสนเก้าหมื่นบาทถ้วน) ดังนั้นผู้รับจ้างต้องมีประสบการณ์ในการก่อสร้างห้อง Cleanroom ตามมาตรฐาน ISO สำหรับงานอุตสาหกรรม Electronic พร้อมประสบการณ์ในการก่อสร้างห้อง Cleanroom ในอุตสาหกรรม Biological Clean Room และเป็นผลงานที่เป็นคู่สัญญาโดยตรงกับส่วนราชการ หรือหน่วยงาน ตามกฎหมายว่าด้วยระเบียบบริหารราชการส่วนท้องถิ่น หน่วยงานอื่นซึ่งมีกฎหมายบัญญัติให้มีฐานะเป็นราชการบริหารส่วนท้องถิ่น รัฐวิสาหกิจ หรือ หน่วยงานเอกชนที่เชื่อถือ

24. การส่งมอบงาน

กำหนดส่งมอบงาน 90 วัน นับจากวันเริ่มงาน



บทที่ 2
ข้อกำหนดทั่วไป
หมวดงานระบบไฟฟ้า

1. ข้อกำหนดทั่วไป

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุ สัมภาระ และอุปกรณ์ที่ดี ช่างฝีมือที่ชำนาญ และคนงานที่มีความสามารถทำการก่อสร้างให้ถูกต้องสมบูรณ์ ตามความมุ่งหมายของแบบและรายการก่อสร้าง โดยมีการดำเนินงานและการควบคุมการปฏิบัติงานที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

2. การจัดหาวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ

การจัดหาวัสดุอุปกรณ์ต่างๆที่ระบุในรูปแบบและรายการ ซึ่งต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการจัดหาสั่งซื้อมาให้ทันกำหนดเวลาใช้งาน โดยจะอ้างเหตุของการจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์จากต่างประเทศนี้มาเป็นเหตุที่ทำให้งานก่อสร้างล่าช้า ไม่เสร็จตามกำหนดในสัญญาไม่ได้ และผู้รับจ้างจะต้องทำรายการและจำนวนพร้อมกำหนดเวลาที่สั่งซื้อและได้รับวัสดุอุปกรณ์จากต่างประเทศดังกล่าวเสนอต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง ภายใน 15 วัน นับจากวันที่ได้รับคัดเลือกให้ดำเนินการก่อสร้าง

3. การตรวจสอบก่อนดำเนินการ

ในการก่อสร้างระยะต่างๆ ต้องมีการตรวจสอบจากสถานที่จริง โดยเปรียบเทียบจากระยะตามรูปแบบและรายการก่อสร้าง ในกรณีที่เกิดข้อขัดแย้งหรือมีปัญหาเกี่ยวกับรูปแบบและรายการก่อสร้าง ให้สอบถามจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง หรือผู้ออกแบบก่อนลงมือประกอบการ โดยถือคำวินิจฉัยของผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างหรือผู้ออกแบบเป็นข้อยุติ

4. การทำความสะอาด

การทำความสะอาดนอกจากปิดกวาดภายในอาคารแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดพิเศษสำหรับงานในห้องและพื้นที่ที่ผู้รับจ้างปฏิบัติตามสัญญาดังนี้

- ทำความสะอาดกระจกทั้งหมด ผู้รับจ้างจะต้องลบรอยเปื้อนและสีบนกระจก ล้างพร้อมขัดเงา และจะต้องระวังไม่ให้กระจกมีรอยขีดข่วนใดๆ
- ทำความสะอาดงานทุกชั้นที่ตกแต่งและย้อมสี ผู้รับจ้างจะต้องลบรอยเครื่องหมาย รอยเปื้อน รอยนิ้วมือหรือฝุ่นจากงานตกแต่งย้อมสี
- ทำความสะอาดและขัดเงาไม้ทั้งหมด
- ขัดรอย จุด ดิน สี และทำความสะอาดสิ่งสกปรกทั้งหมดต่อสิ่งก่อสร้างและสิ่งตกแต่งภายในเดิมอันเนื่องจากการกระทำของผู้รับจ้างเอง

หมวดงานระบบไฟฟ้า

1. ลักษณะโครงการ

โครงการปรับปรุงห้องป้องกันเชื้อจุลินทรีย์ของภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ จำนวน 1 งาน ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการให้เสร็จเรียบร้อยภายในกำหนดสัญญาและให้สามารถใช้ประโยชน์ได้ตามวัตถุประสงค์ของโครงการทุกประการ

2. ขอบเขตของงาน

- 2.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าให้สามารถใช้งานได้สมบูรณ์ตามที่แสดงในแบบ และรายละเอียดประกอบแบบนี้
- 2.2 ผู้เสนอราคาต้องจัดหาท่อและสายไฟของระบบไฟฟ้าและวางตำแหน่งให้ถูกต้องตามตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ ตามแบบเพื่อให้สามารถใช้งานได้สมบูรณ์ตามที่แสดงในแบบและรายละเอียดประกอบแบบนี้

- 2.3 ผู้รับจ้างต้องเดินสายกำลังและสายต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการติดตั้งระบบนี้ เพื่อให้การติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐาน ISO, IEC หรือ NEC
 - 2.4 ผู้รับจ้างต้องเสนอรายการวัสดุอุปกรณ์ประกอบหลักทั้งหมดซึ่งจะต้องใช้ในการติดตั้งระบบไฟฟ้า เพื่อแสดงให้เห็นว่าระบบฯ สามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ตามความต้องการในการใช้งาน ดังที่ได้ระบุไว้ในรายละเอียดประกอบแบบฉบับนี้ รวมถึงอุปกรณ์อื่นถึงแม้ว่าอุปกรณ์นั้นจะไม่ได้ระบุในแบบหรือรายละเอียดประกอบแบบฉบับนี้ก็ตาม โดยนำเสนอให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้งจริง
 - 2.5 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งงานจับยึดโครงสร้างงานติดตั้งอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าต่างๆ รวมถึงอุปกรณ์ประกอบระบบฯ จะต้องนำเสนอให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้งจริง
 - 2.6 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการครอบคลุมถึงงานติดตั้ง, งานฝึกอบรม, การรับประกันและการจัดเตรียมเอกสารประกอบการส่งมอบงาน โดยมีรายละเอียดครอบคลุมตามข้อกำหนดทั่วไปนี้
3. งานติดตั้ง
- 3.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า, เดินสายไฟฟ้าและระบบไฟฟ้าต่างๆ เป็นไปตามมาตรฐานของระบบ ISO, IEC, NEC การไฟฟ้านครหลวง หรือ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เป็นต้น
 - 3.2 ผู้รับจ้างต้องทำแบบรายละเอียด (Shop Drawing) และตารางโหลดไฟฟ้า (Load Schedule) เสนอให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้งจริง
 - 3.3 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ที่เป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และไม่เป็นของเก่าเก็บค้างสต็อกและล้าสมัย
 - 3.4 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต้องยึดกับที่ให้เรียบร้อย (ยกเว้นในส่วนที่ต้องเคลื่อนย้ายได้)
4. การส่งมอบงาน
- ผู้รับจ้างต้องทดสอบระบบไฟฟ้า ให้ใช้งานได้และตรงตามตำแหน่งและเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของแบบและรายละเอียดประกอบแบบ หากผลการทดสอบไม่ถูกต้องตรงกันกับวัตถุประสงค์ของแบบและรายละเอียดประกอบแบบ ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบแก้ไขให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ฯ มิฉะนั้นทางผู้ว่าจ้างจะไม่พิจารณารับมอบงานโดยเด็ดขาด
5. การฝึกอบรม
- ผู้รับจ้างต้องจัดฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ซึ่งได้รับมอบหมายจากผู้ว่าจ้าง ภายหลังที่ส่งมอบงานให้กับทางผู้ว่าจ้าง
6. การรับประกัน
- ผู้รับจ้างต้องรับประกันการชำรุดและเสียหายจากการใช้งานระบบไฟฟ้า ตามที่ระบุในแบบและรายละเอียดที่ได้นำเสนอมาทั้งหมด เป็นระยะเวลา 2 ปี

บทที่ 3

ข้อกำหนดทางเทคนิค หมวดงานระบบไฟฟ้า

งานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

1. โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์

1.1 โคมไฟฟ้าแสงสว่างภายในห้องเป็นชนิด LED T8 IP65 ขนาด 40 วัตต์

Lumens output	3650 lm
Power consumption	40 W
Efficacy (LPW)	90 LM/W
Color temperature	6500 K
CRI	Ra80
Dimmable	1-10 V
Product length	1200 mm
Lumen Maintenance	L70>50,000 hours Calculated by Tm21
Input voltage	85-265 V
Power Factor	> 0.9
IP Rating	Ip65
Operating temperature	-30°C ~ + 40°C
Storing temperature	-40°C ~ + 80°C
Humidity	15 % ~ 95 %

1.2 โคมไฟฟ้าแสงสว่างภายในห้องเป็นชนิด LED Plate IP44 ขนาด 40 วัตต์

Lumens output	4000 lm
Power consumption	40 W
Efficacy (LPW)	100 LM/W
Color temperature	6000K ~ 6500K
CRI	Ra80
Product dimension	W300xL1200xH14 mm
Lumen Maintenance	L70 >50,000 hours calculated by Tm21
Input voltage	85-265V
Power Factor	> 0.9
IP Rating	Ip44
Operating temperature	-30°C ~+ 40°C
Storing temperature	-40°C ~+ 80°C
Humidity	15 % ~ 95 %

1.3 โคมไฟฟ้าแสง UV สำหรับฆ่าเชื้อ UV Germicidal lamp ชนิด T8

- 1.3.1 ผลิตแสงสำหรับฆ่าเชื้อ เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต
- 1.3.2 ต้องไม่สร้างก๊าซโอโซน (O₃) ซึ่งเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตเมื่อสูดดม
- 1.3.3 เป็นหลอดสำหรับงานจุลชีววิทยา อาทิ ห้องปลอดเชื้อ ตู้ BSC เป็นต้น
- 1.3.4 แสง UV มีความเข้มแสงที่ลดลงตามระยะห่างจากแหล่งกำเนิดแสง การลดลงไม่เป็น Linear แต่มีลักษณะความเข้มแสงที่ลดลงเป็นอัตราส่วนที่ใกล้เคียงกัน
- 1.3.5 แสง UVC 253.7 nm ไม่สามารถทะลุผ่านกระจก และโพลีคาร์บอเนต
- 1.3.6 แสง UVC 253.7 nm ไม่สะท้อนกระจกเงา
- 1.3.7 แสง UVC 253.7 nm สามารถทะลุผ่านถุงพลาสติกใสได้
- 1.3.8 การติดตั้งต้องใช้ฐานหลอดไฟเฉพาะ ที่มีลักษณะแข็งแรงเตือนอันตราย ห้ามใช้ฐานหลอดไฟแบบปกติ

2. สวิตช์และเต้ารับ

สวิตช์และเต้ารับให้ใช้ชนิดฝังในผนัง ติดตั้งตามที่ระบุในแบบที่ระดับความสูงไม่น้อยกว่า 90 เซนติเมตรโดยที่ขนาดแรงดันไม่น้อยกว่า 220 V ขนาดกระแส 16A 250V เต้ารับให้ใช้ชนิด Duplex Type ชนิด Universal 2P+E (มี Ground) ยกเว้นที่ระบุไว้เป็นอย่างอื่น สำหรับภายนอกอาคารให้ใช้แบบกันน้ำ IP65

3. อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

ท่อร้อยสายไฟฟ้าต้องมีคุณสมบัติดังนี้

3.1 ท่อโลหะชนิดบาง (ELECTRIC METAL CONDUIT: EMT)

มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ½ นิ้ว ติดตั้งใช้งาน ในกรณีที่ติดตั้งลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน ต้องไม่มีสาเหตุใดๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้หรือทำให้ท่อเสียหายในการติดตั้ง และการใช้งาน

3.2 ท่ออ่อน (FLEXIBLE METAL CONDUIT)

เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์เครื่องไฟฟ้าซึ่งอาจจะมีการสั่นสะเทือนได้ อาจจะมีการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ตามความเหมาะสมของหน่วยงาน และจะต้องจัดเก็บให้เรียบร้อยตามเดิม สำหรับภายนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตาม NEC Article 350

3.3 อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ

ได้แก่ Coupling, Connector Lock Nut, Bushing, Connector และ Service Entrance Cap ต่างๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพ สถานที่ที่ทำการติดตั้ง และคุณสมบัติเฉพาะที่ห้องปฏิบัติการต้องการเพื่อใช้ในการรับรองมาตรฐาน

4 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงดันต่ำทั่วไปและอุปกรณ์

แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงดันต่ำตามความต้องการทั่วไปเป็นอุปกรณ์ที่ได้รับมาตรฐาน โดยข้อกำหนดนี้ครอบคลุมคุณสมบัติและการติดตั้งของแผงสวิตช์กระจายไฟฟ้า (Distribution Board), แผงสวิตช์ย่อย (Panel Board) และสวิตช์ตัวจริงอื่นๆ ซึ่งเป็นแผงชนิดติดตั้งกับผนัง

5 แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้า (Distribution Board)

5.1 แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้า

เป็นแผงสวิตช์ประธานของโหลดกำลังไฟแต่ละส่วนโดยกระจายกำลังไฟฟ้าให้แก่แผงสวิตช์ย่อย (Panel Board) ตามจุดต่างๆ ซึ่งกำหนดในแบบและรายละเอียดนี้

5.2 ความต้องการทางด้านการออกแบบและการสร้าง

- 5.2.1 การออกแบบต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่ 240/400 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย เพื่อนำมาใช้งานกับระบบไฟฟ้าที่ 380/220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ต

- 5.2.2 Cabinet ต้องเป็นแบบติดลอยที่ผนังตามที่ระบุไว้ในแบบ ตัวตู้มีประตูปิด – เปิดด้านหน้า และต้องมี Circuit ต่างๆ ติดอยู่ที่ฝาประตูภายใน

6 แผงสวิตช์ย่อย (Panel Board)

6.1 แผงสวิตช์ย่อย

เป็นแผงสวิตช์ที่ใช้ควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่ Load ต่างๆ โดยมี Circuit Breaker เป็นตัวควบคุม Load แต่ละกลุ่มหรือแต่ละตัว ตามกำหนดในแบบหรือตาม Panel Board Schedule

6.2 ความต้องการทางด้านการออกแบบและการสร้าง

- 6.2.1 Panel Board ต้องออกแบบขึ้นตามมาตรฐานโดยสร้างสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิต Circuit Breaker ที่ใช้สำหรับ Panel Board นี้ ต้องใช้กับระบบไฟฟ้า 380/220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ต หรือ 220 V 1 เฟส 2 สาย 50 เฮิร์ต ตามกำหนดในแบบ
- 6.2.2 Cabinet ต้องเป็นแบบติดลอยตัวตู้มีประตูปิด-เปิดด้านหน้า
- 6.2.3 Busbar ที่ต่อกันกับ Breaker ต้องเป็นแบบที่ใช้กับ Plug-ON
- 6.2.4 Main Circuit Breaker ต้องเป็น Moulded Case Circuit Breaker
- 6.2.5 ต้องแสดงผังวงจรย่อยประจำตู้ย่อยทุกตู้ ที่บริเวณด้านในของฝาตู้ ซึ่งจะต้องบ่งบอกถึงหมายเลขวงจร ขนาด ขนาดสาย ไฟฟ้า ขนาดของ Circuit Breaker และ Load เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา

7 สายไฟฟ้าแรงต่ำ

7.1 ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติ และ การติดตั้งใช้งานสำหรับสายไฟฟ้าแรงดันต่ำ

7.2 ชนิดของสายไฟ

สายไฟฟ้าที่ใช้สายตาม มอก. 11-2553 (Part 3 – 2533) IEC01 ตัวนำทองแดงแกนเดี่ยว ขนาดแรงดัน 450/750 V อุณหภูมิ 75 °C สายแกนเดี่ยวที่มีขนาดใหญ่กว่า 6 ตร.มม ให้ใช้เป็นชนิดทองแดงตีเกลียว (Strand Wire)

8 การติดตั้ง

การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้

- 8.1 ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว
- 8.2 การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้า โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- 8.3 การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้า โดยปฏิบัติตามคำแนะนำ
- 8.4 การสายไฟฟ้าเข้าท่อ อาจจำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่น โดยสารนั้นจะต้องเป็นสาร พิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า
- 8.5 การตัดโค้งหรือองศาสายไฟฟ้า ไม่ว่าในกรณีใดๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน NEC

ข้อกำหนดทางเทคนิค
หมวดงานตกแต่งภายใน

1. งานฝ้าเพดาน

แผ่นฉนวนสำเร็จรูป ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- 1.1 วัสดุ PP Panel ความหนา 40 มิลลิเมตร เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 1.2 แผ่นฉนวนกันความร้อนสำเร็จรูป ใ้กกลางเป็นชนิด Polystyrene Foam (PS) ชนิด F – Grade (ไม่ลามไฟ)
- 1.3 ความหนาแน่นเฉลี่ยของฉนวนไม่ต่ำกว่า $1.00\text{lbs./ft}^3 \pm 10\%$
- 1.4 ผิวหน้าของแผ่นฉนวนทั้งสองด้านใช้เหล็กเคลือบสี PP Panel SD ตามมาตรฐาน มอก.1128-2562 ระดับ ผลิตภัณฑ์เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมอาหาร (Food Grade) หรือ ตามมาตรฐาน USDA (United States Department of Agriculture) ความหนา 0.35 มิลลิเมตร (BMT)
- 1.5 หน้ากว้างมาตรฐาน 1.2 เมตร
- 1.6 แผ่นฉนวนความหนา 2" (2CB+PSF) สีขาว Milky White
- 1.7 เชื่อมต่อโดยใช้ซิลิโคนกันเชื้อรา

2. งานผนัง

แผ่นฉนวนสำเร็จรูป ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- 2.1 วัสดุ PP Panel ความหนา 40 มิลลิเมตร เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 2.2 แผ่นฉนวนกันความร้อนสำเร็จรูป ใ้กกลางเป็นชนิด Polystyrene Foam (PS) ชนิด F – Grade (ไม่ลามไฟ)
- 2.3 ความหนาแน่นเฉลี่ยของฉนวนไม่ต่ำกว่า $1.00\text{lbs./ft}^3 \pm 10\%$
- 2.4 ผิวหน้าของแผ่นฉนวนทั้งสองด้านใช้เหล็กเคลือบสี PP Panel SD ตามมาตรฐาน มอก.1128-2562 ระดับ ผลิตภัณฑ์เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมอาหาร (Food Grade) หรือ ตามมาตรฐาน USDA (United States Department of Agriculture) ความหนา 0.35 มิลลิเมตร (BMT)
- 2.5 หน้ากว้างมาตรฐาน 1.2 เมตร
- 2.6 แผ่นฉนวนความหนา 2" (2CB+PSF) สีขาว Milky White
- 2.7 เชื่อมต่อโดยใช้ซิลิโคนกันเชื้อรา

3. ประตู

บานประตู ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- 3.1 ประตูมือจับบานสวิงเดี่ยว ขนาด $1.00 \times (H) 2.00$ เมตร
- 3.2 บานประตูความหนา 40 มิลลิเมตร (2CB+PSF) ขอบบาน
- 3.3 ช่องแสงติดตายเป็นกระจกใส ความหนา 6 มิลลิเมตร มีขนาด กว้าง 40 x ยาว 40 เซนติเมตร
- 3.4 บานพับและมือจับเป็น สแตนเลส
- 3.5 ประตูมีใช้คอปและชุดล็อก

4. งานระบบ Air Shower

ระบบตู้ Air Shower มีคุณสมบัติดังนี้

- 4.1 ขนาดภายนอก $1.00 (W) \times 1.0 (D) \times 2.35 (H)$ เมตร
- 4.2 ขนาดภายใน $0.75/0.70 (W) \times 0.875 (D) \times 1.96 (H)$ เมตร
- 4.3 โครงสร้างภายนอกและภายในเป็นเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี
- 4.4 ระบบ System activity เป็นระบบสวิตช์แม่เหล็ก

- 4.5 ความเร็วลมได้มากกว่าหรือเท่ากับ 23 เมตร/วินาที
 - 4.6 ติดตั้งเครื่องเป่าลม ระบบ EBM
 - 4.7 มีตัวกรองผ่าน HEPA AAF ความสามารถอยู่ที่ไม่น้อยกว่า 99.95% (H13)
 - 4.8 หัวฉีดเป่าลมเป็นสแตนเลส
 - 4.9 ประตูบานที่ 1 เป็นอลูมิเนียมกระจกนิรภัย หน้า 5 มิลลิเมตร เปิด-ปิด ระบบประตูอัตโนมัติบานสไลด์เดียว
 - 4.10 ประตูบานที่ 2 เป็นอลูมิเนียมกระจกนิรภัย หน้า 5 มิลลิเมตร เปิด-ปิด ระบบประตูอัตโนมัติบานสวิงเดียว
 - 4.11 ระบบไฟฟ้าเป็นแบบ Single Phase กำลังไฟ 220V./50Hz. (5A)
 - 4.12 ระบบแสงสว่างเป็นหลอดไฟ LED ขนาด 9 วัตต์ ระบบ Circle type
- โดยผู้รับจ้างต้องส่งตัวอย่างวัสดุและอุปกรณ์ให้ผู้ควบคุมงานตรวจสอบและขออนุมัติก่อนติดตั้ง

หมวดงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

1. เครื่องปรับอากาศชนิดแขวนฝ้าเพดาน

1.1 เครื่องปรับอากาศชนิดแขวนฝ้าเพดาน

เป็นเครื่องปรับอากาศชนิดแขวนฝ้าเพดาน Fan coil Unit (FCU) และแบบตั้งพื้น (Vertical Type) ประกอบด้วย ชุดพัดลมคอยล์เย็น (Fan Coil Unit) และชุดทำความเย็น (Condensing Unit) ระบายความร้อนด้วยอากาศในแนวตั้ง หรือแนวนราบ (ติดตั้งไว้ภายนอกห้องที่มีการระบายอากาศได้ดี กำหนดตัวเครื่องแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

- 1.1.1 Mixing sectionภายในประกอบด้วย Frame สำหรับใส่ Pre Filter
- 1.1.2 Cooling Coil และ Fan Section อยู่ภายในประกอบด้วยพัดลม, คอยล์ทำความเย็น, ถาดน้ำ และชุด Bypass Damper กำหนดให้มี Service Door ยึดติดกับตัวเครื่องด้วย Screw, Bolt สามารถถอดเปิดได้จากทางด้านล่างหรือ ด้านหน้าของตัวเครื่อง

1.2 พัดลมคอยล์เย็น (Fan Coil Unit)

- 1.2.1 ส่วนโครงสร้าง (Casing) ทำด้วยแผ่นเหล็กชุบกัลวาไนซ์ ความหนา 1 มิลลิเมตร ขึ้นรูปผ่าน 2 กรรมวิธีป้องกันสนิม และเคลือบสี Epoxy ที่มีความทนทานต่อสารเคมีต่างๆได้ดี ภายในบุด้วยฉนวนชนิด Closed Cell Foam Insulation ชนิดไม่ลามไฟ มีความหนา 15 มิลลิเมตร มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน 0.032 w/mk ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 20°C มีความหนาแน่น ระหว่าง $23-33 \text{ KS/m}^2$ เพื่อป้องกันการเกิดหยดน้ำได้ดี มีถาดน้ำทั้งภายในเครื่อง บุด้วยฉนวนป้องกันการเกิดหยดน้ำ และมีท่อต่อน้ำทิ้ง
- 1.2.2 แผงคอยล์เย็น (Cooling Coil) ทำด้วยท่อทองแดงอัดติดกับครีบอลูมิเนียม (Aluminum Fin) อย่างสม่ำเสมอด้วยวิธีกล และได้ทดสอบรอยรั่วจากโรงงานผู้ผลิต
- 1.2.3 มอเตอร์พัดลมส่งลมเย็น (Evaporator Motor Fan) เป็นแบบ Squirrel Cage Induction Motor ใช้กับระบบไฟฟ้า 220v 1 phase 50 Hz . ขับเคลื่อนแบบ Direct Drive ปรับความเร็วได้ 3 ระดับ
- 1.2.4 พัดลมส่งลมเย็น (Evaporator Fan) แบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Type) โครงสร้างใบพัด ทำจากแผ่นเหล็กฉาบสังกะสี ผ่านการถ่วงได้สมดุล ทั้งขณะหมุน และหยุดนิ่งจากโรงงานผู้ผลิต เป็นแบบ Forward Curved Blade มีความสามารถจ่ายลมเย็นได้ไม่น้อยกว่า 1100 CMH ที่ความดันไม่น้อยกว่า 35 มิลลิเมตรน้ำ
- 1.2.5 ชุดกรองอากาศขั้นต้น (Pre Filter) ประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า 25-30% NBS เป็นชุดสำเร็จรูปจากโรงงาน ความหนา 50 มิลลิเมตรเป็นอย่างน้อย
- 1.2.6 ชุดกรองอากาศขั้นสูงสุด (HEPA Filter) มีคุณลักษณะเฉพาะดังนี้
 - ทำจากเส้นใยแก้ว (Glass Fiber)
 - ประสิทธิภาพการกรองไม่น้อยกว่า 99.99% ที่ 0.3 ไมครอน
 - ความต้านทานเริ่มต้น (Initial resistance) ไม่เกิน 25 มิลลิเมตร ที่อัตราการไหลไม่น้อยกว่า $31 \text{ ลูกบาศก์เมตร/นาที่}$
 - เป็นแบบ Mini-Pleat ตัวแบ่งแยก (Separator) ทำจาก Thermoplastic หรือ hot melt หรือ Aluminium Separator
 - มีปะเก็น (Gasket) 1 ด้าน ทำจากวัสดุ Polyurethane หรือยาง EPDM หรือวัสดุอื่นที่ไม่สร้าง Particle
 - กรอบหรือโครงแผ่นกรองอากาศประสิทธิภาพสูงทำจาก Anodized extruded aluminum หรือ Galvanized Steel หรือเป็น Fan filter unit ร่วมกับ HEPA filter ที่มีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า 99.95% และ Blower direct drive ขนาด $2 \times 4 \text{ 1 Air}$ ปริมาตรไม่น้อยกว่า 1000 CMH

1.3 Condensing Unit

- 1.3.1 ส่วนโครง (Casing) ทำด้วยแผ่นเหล็กชุบสังกะสีชนิดหนา (Heavy Gauge Bonderized Galvanized Steel) ผ่านกระบวนการทำสีระบบ Powder Coating System ป้องกันการเกิดสนิมหรือผุกร่อน และทนต่อสภาพการใช้งานกลางแจ้งเป็นอย่างดี ออกแบบให้มั่นคงแข็งแรงไม่เกิดเสียงรบกวนขณะการใช้งาน
- 1.3.2 คอมเพรสเซอร์ แบบปิดสนิท ชนิด สกรอลล์ (Scroll) มอเตอร์เสียหายเมื่อเกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์ (Overload protection) ระบายความร้อนด้วยน้ำยา มีอุปกรณ์ป้องกัน
- 1.3.3 แผงคอยล์เย็น (Cooling Coil) ทำด้วยท่อทองแดงอัดติดกับครีบอลูมิเนียม (Aluminum Fin) และผ่านการทดสอบรอยรั่วจากโรงงานผู้ผลิต
- 1.3.4 มอเตอร์พัดลมส่งลมเย็น (Evaporator Motor Fan) เป็นแบบหุ้มปิดมิดชิด ระบบหล่อลื่นถาวร มีอุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์เสียหาย เมื่อเกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์ มอเตอร์ไม่น้อยกว่า 1 ตัว
- 1.3.5 พัดลมระบายความร้อนเป็นแบบใบพัด ได้รับการปรับถ่วงสมดุลเรียบร้อยแล้ว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า 14 นิ้ว จำนวน 1 ตัว ขับเคลื่อนโดยตรงด้วยมอเตอร์ ระบายความร้อนออกในแนวราบหรือแนวตั้ง มีตะแกรงป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ
- 1.3.6 ใช้กับระบบไฟฟ้า ขนาด 220V 1 phase 50 Hz หรือ 380V 3 phase 50 Hz ตามความเหมาะสมกับขนาด BTU ของเครื่อง
- 1.3.7 อุปกรณ์ระบบควบคุมและป้องกันการเสียหายประกอบด้วย
 - Magnetic Contactor with Overload ของ Compressor
 - Internal Overload ของ Compressor
 - Service Valve สามารถกักเก็บน้ำยาได้
 - Hi-Low Pressure Cutout
 - Timer Delay 3 min

1.4 เครื่องปรับอากาศต้องรับประกันการใช้งานไม่น้อยกว่า 2 ปี ทั้งอะไหล่และค่าแรงบริการ

2. พัดลมระบายอากาศ

ติดตั้งระบบระบายอากาศ (Exhaust Fan) เพื่อความสมดุลของแรงดันอากาศที่เติมจากภายนอก (FAU) และรักษาสภาพห้องให้แรงดันเป็นไปตามแบบ Design เมื่อเทียบกับบรรยากาศภายนอก จึงมีระบบระบายอากาศที่ถูกกรองอากาศออกสู่บรรยากาศภายนอกประกอบด้วยท่อลมดูดที่มี Motorized Damper ควบคุมการไหลของลมที่ดูดออกจากห้องให้เหมาะสมผ่าน Pre Filter ประสิทธิภาพการกรอง 25% ADS และ Hepa Filter กรองเชื้อได้ 99.99% ที่ 0.3 ไมครอน

3. อุปกรณ์ชุดกรองอากาศ (Air Filtration System)

3.1 ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งแผงกรองอากาศตามรายละเอียดที่ปรากฏในแบบรายการและตามข้อกำหนดแผงกรองอากาศต้องอยู่ในสภาพดีในขณะทำการติดตั้ง ทดสอบและส่งมอบ แผงกรองอากาศที่ใช้ทดสอบต้องเป็นคนละชุดกับที่ใช้ส่งมอบ ผู้รับจ้างต้องจัดหาแผงกรองอากาศสำหรับทดสอบในจำนวนที่เพียงพอ สำหรับชุดที่ส่งมอบ หากตรวจพบภายหลังว่าแผงกรองอากาศอันใดอันหนึ่งรั่วหรือฉีกขาด ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนอันใหม่ที่มีสภาพที่สมบูรณ์ ประสิทธิภาพแผงกรองอากาศจะต้องทดสอบได้ตามมาตรฐาน ASHRAE 52.76 หรือ AS 2243.3 หรือ EN 779/1822 โดยมีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบ

3.2 รายละเอียดอุปกรณ์

3.2.1 Pre Filter

ประเภทแผงกรองอากาศ	:	Panel Filter
การใช้งาน	:	เป็น Pre Filter สำหรับเครื่องส่งลมเย็น
ตัวกรอง (Media)	:	Synthetic Fiter
Face Velocity	:	ไม่เกิน 2.5 เมตร ต่อวินาที
Media Velocity	:	ไม่เกิน 1.5 เมตร ต่อวินาที
ประสิทธิภาพ	:	ไม่น้อยกว่า 80% สำหรับ Class G3
(Average Arrestance Eff.)	:	ไม่น้อยกว่า 90% สำหรับ Class G4
The Initial resistance	:	ไม่น้อยกว่า 60 Pascal
The Final resistance	:	ไม่น้อยกว่า 125 Pascal

3.2.2 Secondary Filter (Medium Air Filters)

ประเภทแผงกรองอากาศ	:	Panel Filter
การใช้งาน	:	เป็นแผงกรองชั้นที่ 2 ของเครื่องปรับอากาศ และใช้สำหรับระบายอากาศ
ตัวกรอง (Media)	:	Synthetic Fiber
Face Velocity	:	ไม่เกิน 2.5 เมตร ต่อวินาที
Media Velocity	:	ไม่เกิน 1.5 เมตร ต่อวินาที
ประสิทธิภาพ (dust Spot Eff.)	:	ไม่น้อยกว่า 55% (สำหรับ Class F5)
	:	ไม่น้อยกว่า 85% (สำหรับ Class F7)
	:	ไม่น้อยกว่า 95% (สำหรับ Class F9)
The Initial resistance	:	ไม่น้อยกว่า 120 Pascal
The Final resistance	:	ไม่น้อยกว่า 250 Pascal
ความลึก	:	ไม่น้อยกว่า 290 มิลลิเมตร

3.2.3 HEPA Filter (High Efficiency Particular Filter)

ประเภทแผงกรองอากาศ	:	Particulate Filter Cell
การใช้งาน	:	เป็นแผงกรองชั้นสุดท้าย ของเครื่องปรับอากาศ และการระบายอากาศ
ตัวกรอง (Media)	:	Glass Fiber
Face Velocity	:	ไม่เกิน 2.0 เมตร ต่อวินาที
Media Velocity	:	ไม่เกิน 1.25 เมตร ต่อวินาที
ประสิทธิภาพ (dust Spot Eff.)	:	ไม่น้อยกว่า 99.99% ที่ 0.3 micron
The Initial resistance	:	ไม่มากกว่า 250 Pascal
The Final resistance	:	ไม่น้อยกว่า 500 Pascal
โครงแผงกรองอากาศ	:	Anodized Extruded Aluminum
	:	Corners are secured with screens and Epoxy sealed to provide rigidity and Structural integrity ensuring a leak proof seal

3.2.4 Filter Housing

HEPA Filter จะต้องติดตั้งใน Filter Housing ชนิด ทำด้วย Steel with Epoxy Coated โดยที่รายละเอียดของอุปกรณ์ประกอบดังนี้

- ประตูเปิดบริการสำหรับเปลี่ยน Filter และ Integrity Test
- ติดตั้ง Port ที่ท่อลมทางด้านเข้าและออกสำหรับวัดความดันตกคร่อมเพื่อบำรุงรักษาฟิวเตอร์และทำ Integrity Test

3.3 การทดสอบการใช้งาน

เมื่อติดตั้งแล้วเสร็จ HEPA Filter จะต้องตรวจการรั่ว (Leak Test) และ Integrity Test โดยกรรมวิธีตามมาตรฐาน ASHRAE 52- 76 หรือ AS 1807.6 / 1807.1

4.ท่อส่งลมและฉนวน

4.1 ความต้องการทั่วไป

4.1.1 ท่อลมโดยทั่วไป

ประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กชุบสังกะสีมีความหนา วิธีการประกอบและการติดตั้ง ตามที่ระบุไว้ในแบบ และรายละเอียดส่วนใดที่ไม่ได้ระบุไว้ในแบบหรือในรายละเอียดจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ SMACNA และ/หรือ Asher Standard

4.1.2 ให้ตรวจสอบขนาดและแนวทางการเดินท่อลมให้สอดคล้องกับงานติดตั้งในระบบอื่นๆ และจะต้องทำการแก้ไขเมื่อเกิดปัญหาขัดแย้ง

4.1.3 ข้อโค้งงอ

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

4.1.4 ท่อลมสี่เหลี่ยมที่มีด้านใหญ่ที่สุดเกินกว่า 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว)

จะต้องทำ Cross Break และทุกทางแยกของท่อลม (Branch Duct) จะต้องติดตั้ง Splitter Damper หรือ Opposed Blade Volume Damper ณ จุดแยกท่อ

4.1.5 ท่อลมที่เดินทะลุผ่านพื้นหรือกำแพงต้องมียกบ (Duct Sleeve)

ทำด้วยเหล็กกล่องหน้ากว้าง 100 เซนติเมตร x สูง 50 เซนติเมตร x หนาไม่น้อยกว่า 3.2 มิลลิเมตร เท่ากับความหนาพื้นหรือกำแพง และอุดช่องว่างด้วยวัสดุทนไฟพร้อมทั้งมีการปิดทั้งสองด้าน

4.1.6 ท่อลมที่ไม่ได้หุ้มฉนวนหรือท่อลมที่หุ้มฉนวนภายในและปรากฏแก่สายตา

ต้องทาสีตามรายละเอียดในหมวดการทาสีและป้องกันการผุกร่อน ส่วนสีที่ใช้ให้เป็นไปตามที่สถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานกำหนดให้

4.1.7 ท่อลมที่ต่อกับพัดลมและเครื่องปรับอากาศ หรือ อุปกรณ์ที่มีการสั่นสะเทือน

ต้องใช้ข้อต่ออ่อน (Flexible Duct Connection) ทำด้วยวัสดุ Polyester Fabric ข้อต่ออ่อนที่ใช้ภายนอกอาคารจะต้องเคลือบด้วย Neoprene ให้สามารถกันน้ำได้ ความยาวของช่วงข้อต่ออ่อนประมาณ 15 เซนติเมตร (6 นิ้ว) ในกรณีที่ระบุให้ใช้ท่อลมกลมอ่อน (Round Flexible Duct) สำหรับต่อเข้าหัวจ่ายลมความยาวของท่อลมกลมอ่อนที่ใช้ต่อ จะต้องมีความ ยาวไม่เกิน 3.0 เมตร (10 ฟุต)

4.1.8 รอยต่อท่อลมตามแนวขวาง (Transverse Joint)

จะต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ในแบบ หรือใช้แบบ Closure Flange โดยท่อลมที่อยู่ภายนอกอาคาร ให้ใช้เฉพาะ Joint แบบ Corner Closures-Flange และท่อลมทั้งหมด จะต้องอุดตลอดแนวด้วยวัสดุทนไฟภายนอก และ/หรือ ภายในท่อลมด้วย รอยต่อท่อลมระหว่างท่อลมกลมอ่อนกับท่อลมกลมอ่อน หรือท่อลมกลมจะต้องทำการติดตั้งตามที่แสดงในแบบรายละเอียดหรือใช้อุปกรณ์ข้อต่อลมผลิตขึ้นสำหรับใช้ต่อท่อลมกลมอ่อนโดยเฉพาะจากผู้ผลิตท่อลมกลมอ่อนและติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต

4.1.9 ช่องเปิดบริการ (Access Door)

ติดตั้งที่ด้านข้างหรือด้านใต้ลม ขนาดประมาณ 300 x 300 มิลลิเมตร (12 x 12 นิ้ว) ตำแหน่งตามความเหมาะสมสำหรับเปิดบริการ Fire Damper ทุกชุด, Splitter Damper และ Volume Damper ที่มีขนาดใบโตกว่า 0.1 ตารางเมตร ทุกชุด, Access Door จะต้องเป็นแบบบานพับ (Hinge) มี Push Lock อย่างน้อยสองตัว มีขอบเป็นรูปหน้าแปลนและมีปะเก็น Neoprene ติดที่ขอบโดยรอบกันอากาศรั่วและ Access Door ที่ติดตั้งบนท่อลมที่มีฉนวนหุ้ม ต้องทำเป็น 2 ชั้น ระหว่างชั้นบุด้วยฉนวนกันความร้อนชนิดเดียวกับที่ใช้หุ้มท่อลม

4.1.10 ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้กำหนดขนาด และตำแหน่งของช่องเปิดบนผ้าเพื่อการตรวจซ่อมและบริการ ท่อลม ท่อน้ำยา เครื่อง และอุปกรณ์ต่างๆ เสนอขออนุมัติต่อสถาปนิกก่อนการทำผ้า ค่าใช้จ่ายในการทำช่องเปิดให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

4.1.11 สกรู (Screw) สลักเกลียว (Bolt) น็อต (Nut) และหมุดย้ำ (Rivet) ที่ใช้กับงานท่อลมจะต้องทำด้วยวัสดุปลอดสนิม หรือชุบด้วยสังกะสีหรือแคดเมียม

4.2 การแขวนยึดท่อลม

4.2.1 การแขวนยึดท่อลมให้ใช้ขนาดเหล็กแขวน (Hanger Rod) และเหล็กกรอง (Support) ตามที่ระบุไว้ในแบบ การแขวนยึดท่อลมห้ามใช้ลวดในการแขวนยึดท่อโดยเด็ดขาด

4.2.2 โครงเหล็กต่างๆ ที่ใช้ในการยึดแขวนท่อลมเหล็กเสริมคอนกรีต Insert, Expansion Bolt และอื่นๆ ที่ใช้ถือเป็นส่วนหนึ่งของงานติดตั้งระบบท่อลมและให้หาสีตามรายละเอียดในหมวดการทาสีป้องกันการผุกร่อนและรื้อสี

4.3 DAMMER

4.3.1 Volume Damper ที่เป็นชนิดแบบใบเดี่ยว (Single Blade)

ใบแบบ SINGLE จะต้องกว้างไม่เกิน 300 มิลลิเมตร (12") ความยาวไม่เกิน 1,200 มิลลิเมตร

4.3.2 Volume Damper แบบหลายใบ (Multiple Blade)

ถ้าเป็นการปรับปริมาณลมให้ใช้แบบ Opposed Action โดยเป็นแบบ Parallel ให้ใช้ในการปิดหรือเปิด โดยใบปรับแต่ละใบจะต้องมีความกว้างไม่เกิน 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ความยาวใบเต็มความกว้างของท่อลมแต่ไม่เกิน 1,000 มิลลิเมตร (40 นิ้ว) ถ้ามีขนาดใหญ่กว่านี้ให้แบ่งเป็นเซต การทำงานเป็นแบบ Gear Operated ลักษณะใบ (Blade) เป็นแบบ Balance Type ตัวใบประกอบขึ้นจากเหล็กแผ่นอบสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ขอบใบพับรอยหยักรูปตัววี (Hemmed) เป็นแบบ Interlocking Edge ไม่น้อยกว่า 3 แถว ตลอดความยาวใบ ปลายติดตั้งประเก็นกันรั่ว ผลิตจากวัสดุยางสังเคราะห์ (Extruded Vinyl) แกนปรับใบ (Damper Rod) จะต้องมียึดด้านหนึ่งเป็นหัวจตุรัสยึดทะลุถึงสอดผ่าน Bearing Plate ชนิดที่เป็น Lever Type Locking Device แกนใบจะต้องมี Nylon Bushing หรือ Bronze Bearing Sleeve รองรับ

4.3.3 กรอบ (FRAME)

ประกอบขึ้นจากเหล็กแผ่นอบสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร มีกลไกควบคุมการเคลื่อนไหวอยู่ภายนอกกรอบด้านข้างโดยไม่กีดขวางการไหลของลม และต้องมีแถบระบุตำแหน่งขององศาอย่างชัดเจน มีตัวล็อกที่แข็งแรงสามารถทนต่อแรงดันของลมได้ โดย Volume Damper ทั้ง 2 ชนิด จะต้องมีความดันสูญเสียไม่เกิน 0.1 IN.WG เมื่อเปิดเต็มที่และคุณสมบัติควบคุมปริมาณลมเร็วเมื่อปิดสนิท

4.3.4 กลไกควบคุม

อยู่ภายนอกด้านข้างกรอบ ไม่กีดขวางการไหลของลม ใบ (Blade) ของชุดแผ่นกันกันควัน ทำด้วยเหล็กแผ่นอบสังกะสี ความหนาไม่น้อยกว่า #16 BWG. เหล็กแผ่นหลายแผ่น จับยึดต่อกันกับแกนชุดขับเคลื่อน โดยมอเตอร์จะทำงานเมื่อได้รับสัญญาณจากระบบปิดกั้นช่องท่อลม ทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์ต้องมีความสามารถหมุนแคมเปอร์ โดยมีค่าแรงบิดไม่น้อยกว่า 20 KN และมี Limit Switch เมื่อปิดสนิทแล้วและสามารถแจ้งสภาวะการเปิดและปิด

4.4 วัสดุท่อลม

4.4.1 ท่อลม

ไม่ว่าจะเป็นท่อลมกลมหรือท่อลมรูปสี่เหลี่ยมต้องประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กเรียบอบสังกะสีและมีปริมาณสังกะสีที่อาบไม่น้อยกว่าที่กำหนดตามตารางด้านล่าง และรอยตัดรอยพับที่ทำให้สังกะสีที่อาบไว้แตกหลุดจะต้องทาห้ด้วย Zing Chromate และสีทาภายนอก

4.4.2 ความหนาของแผ่นสังกะสีที่ระบุใช้ตามขนาดเบอร์เกจ (Gauge Number)

จะหมายถึง Birmingham Wire Gauge (B.W.G) ผู้รับจ้างสามารถเลือกใช้แผ่นสังกะสีตามมาตรฐานอื่นได้ แต่จะต้องเทียบให้ได้ความหนาไม่ต่ำกว่าเบอร์ B.W.G เกจที่ระบุให้ใช้ ดังนี้

B.W.G. NO.	ความหนา		ปริมาณสังกะสีที่อาบ (กรัมต่อตารางเมตร)
	INCH.	mm.	
14	0.083	2.11	275
16	0.065	1.65	275
18	0.049	1.24	275
20	0.035	0.89	220
22	0.028	0.71	220
24	0.022	0.56	220
26	0.018	0.46	180
28	0.014	0.36	180

4.4.3 ท่อลมกลมชนิด FLEXIBLE ROUND DUCT มี 2 ชนิด

4.4.3.1 ท่อลมกลมชนิด Flexible Duct ที่ใช้กับระบบส่งลม Supply Air, Exhaust Air จากบริเวณทั่ว ๆ หรือ ห้องน้ำ ให้ใช้ท่อที่ทำด้วยอะลูมิเนียมพอยส์ 2 หน้า ประกบหนา 2 ชั้น มีความหนารวมไม่น้อยกว่า 70 ไมครอน โดยเสริมด้วยโครงลวดปลอตสนิมอะลูมิเนียมพอยส์ที่ใช้ต้องเป็นชนิดไม่ติดไฟ ท่อลมกลมต้องสามารถทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 3 Kpa (12 IN.WG.) และทนความร้อนได้ไม่ต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส

4.4.3.2 ท่อลมกลม

ต้องสามารถทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 3 Kpa (12 IN.WG.) ทั้ง Positive และ Negative Pressure และทนความร้อนได้ไม่ต่ำกว่า 200 องศาเซลเซียส

4.4.3.3 ขนาดของท่อลมกลม หากไม่ได้ระบุให้ใช้ขนาดดังนี้

ปริมาณลม (CFM.)	ขนาดท่อลมกลม (นิ้ว)
0-50	4
51-100	5
101-150	6
151-300	8
301-500	10
501-700	12

4.4.3.4 ท่อลมชนิดกลม Round Duct

จะต้องขึ้นรูปด้วยวิธี Spiral Locked Seam สำเร็จรูปจากโรงงาน รายละเอียดความหนาของสังกะสีชนิดของตะเข็บ เหล็กแขวนแสดงไว้ในแบบ Typical Detail

4.5 หน้ากากลม

4.5.1 หน้ากากลมที่ติดตั้งภายในอาคาร

ต้องมีฟองน้ำหรือยางรองรอบด้านหลังปีก เพื่อป้องกันการติดตั้งต้องแนบสนิทกับผนังหรือฝ้าเพดาน หากไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น หน้ากากลมทุกชนิดภายในอาคารให้ใช้แบบสีขาว

4.5.2 หน้ากากลมทุกชนิดที่ติดตั้งกับผนังภายนอกอาคารให้ใช้สี Natural Anodized

4.5.3 หัวจ่ายลมแบบ Ceiling Diffuser

ทั้งแบบกลมหรือแบบจ่ายลมได้ตั้งแต่ 1 ถึง 4 ทิศทางตามที่ระบุในแบบ ต้องทำด้วย Extruded Aluminum, Removable Cores ติดตั้งแนบฝ้าเพดานแบบ Flush Mount หรือถ้าขอบหน้ากากเป็นแบบยกขอบสูง ให้ติดตั้งเป็น Surface Mount มี Opposed Blade Volume Damper ทุกหัวจ่ายและมีก้านปรับปริมาณลม สามารถปรับแต่งได้จากด้านหน้าโดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก

4.5.4 หน้ากากลมแบบ Supply Air Grille

ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบปรับทิศทางการจ่ายลมได้ทั้งในแนวตั้งและแนวนอน (Double Deflection) โดยปรับวางซ้อนกันและสามารถปรับทิศทางของแต่ละใบได้โดยอิสระใบปรับด้านหน้าติดตั้งในแนวนอนส่วนด้านหลังติดในแนวตั้ง

4.5.6 หน้ากากลมแบบ Supply Air Register

ลักษณะเหมือนกับ Supply Air Grille พร้อมทั้งมี Opposed Blade Volume Damper ติดตั้งด้านหลังหน้ากาก สามารถปรับแต่งปริมาณลมได้จากด้านหน้าโดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก

4.5.6 หน้ากากลมกลับ Return Air Grille

ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบยึดติดแน่นกับหน้ากากในแนวนอน ทำมุมประมาณ 45 องศา ใช้สำหรับลมกลับ โดยทั่วไปอาจติดตั้งกับฝ้าเพดานหรือ ผนังห้องที่อยู่ต่ำกว่าฝ้าเพดาน

4.5.7 หน้ากากลมกลับแบบ Transfer

มีลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับ ถ้าติดตั้งบนผนังต้องมีหน้ากากติดทั้งสองด้านของผนัง

4.5.8 หน้ากากบริสุทธ์ (Fresh Air Grille)

ลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับ พร้อมทั้งมี Opposed Blade Volume Damper และตาข่ายกันแมลงติดตั้งด้านหลัง หน้ากากสามารถปรับแต่งปริมาณลมได้ โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก

4.5.9 Outside Air Louver

ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบยึดติดแน่นกับโครงในแนวนอนทำมุมประมาณ 45 องศา ปลายใบทั้งด้านใน และด้านนอกหักมุมป้องกันฝนสาดความหนาของโครงจะต้องไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ด้านในบุด้วยตาข่ายกันแมลงสามารถถอดล้างได้ ช่องว่างระหว่างโครงกับผนังอาคารอุดด้วยสารกันน้ำทั้งสองด้าน

4.5.10 หน้ากากลมระบายอากาศ (EXHAUST AIR GRILLE) ลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับ หน้ากากลมระบายอากาศที่ติดตั้งอยู่ ทางด้านดูดของพัดลมระบายอากาศทุกชุดต้องมี OPPOSED BLADE VOLUME DAMPER ด้วย

4.6 ฉนวนหุ้มท่อลม (DUCT INSULATION)

4.6.1 ท่อส่งลมเย็นทั้งหมดรวมถึงท่อลมกลับจะต้องหุ้มด้วยฉนวนหรือ CLOSED CELL ELASTOMERIC ตามที่กำหนดในแบบ ส่วนท่อลมสำหรับอากาศบริสุทธิ์ก่อนเข้าคอยล์เย็น และท่อลมสำหรับระบายอากาศทั่ว ๆ ไป ไม่ต้องหุ้มฉนวน แต่ท่อลมสำหรับระบายอากาศที่ดูดลมเย็นจากห้องปรับอากาศ ต้องหุ้มฉนวนเหมือนท่อส่งลมเย็น

4.6.2 ก่อนที่จะหุ้มฉนวนเข้ากับท่อลม จะต้องทาพื้นผิวภายนอกท่อลมทั้งหมดด้วยกาว FLEXIBLE DUCT ด้วยกาว (ADHENSIVE) ชนิดไม่ติดไฟให้ทั่วเสียก่อน (ห้ามใช้ FLINTKOTE) ตามรอยต่อของฉนวนให้หุ้ม OVER LAPPED กันแล้วพันทับด้วยเทปชนิดกาวในตัว ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 65 มิลลิเมตร (2 ½ นิ้ว)

4.6.3 ฉนวน CLOSED CELL ELASTOMERIC INSULATION ให้ใช้ฉนวนชนิดแผ่น ความหนาแน่นของฉนวนไม่ต่ำกว่า 3.5 ปอนด์/ลบ.ฟุต ความหนาของฉนวนไม่ต่ำกว่า 15 มิลลิเมตรท่อลม RETURN AIR ปรับอากาศ และความหนาไม่ต่ำกว่า 25 มิลลิเมตรสำหรับท่อลมเย็น SUPPLY AIR

- 4.6.4 ทุก ๆ จุดที่แขวนรองรับท่อลมจะต้องใช้แผ่นสังกะสีขนาดกว้าง 15 เซนติเมตร (6 นิ้ว) ความหนาไม่น้อยกว่า # 16 GAUGE รองรับใต้ท่อลมเพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนได้รับความเสียหายหรือถูกกดแบนจากการแขวน
- 4.6.5 ท่อลมที่อยู่ภายนอกอาคารทั้งหมด ให้หุ้มด้วย JACKET ทับ INSULATION อีกครั้งหนึ่ง โดยใช้เหล็กแผ่นชุบสังกะสี (GALVANIZED STEEL JACKET) เบอร์ 24 สำหรับท่อลมขนาดไม่เกิน 40 นิ้ว และเบอร์ 22 สำหรับท่อลมที่มีขนาดใหญ่กว่า 40 นิ้ว พร้อมทากันสนิม และสีน้ำมันตามสีผนัง

4.7 การทดสอบและปรับปริมาณลม

- 4.7.1 ภายหลังการติดตั้งระบบปรับอากาศ และระบายอากาศเรียบร้อยแล้วการส่งมอบงานต้องได้รับการทดสอบ และปรับแต่งปริมาณลมให้ได้ตามต้องการ
- 4.7.2 การวัดปริมาณลมในท่อลมในท่อเมนและท่อแยกที่สำคัญให้ใช้วิธี TRAVERSE โดยใช้ PITOT TUBE ช่องเปิดสำหรับสอด PITOT TUBE ต้องมี PLUG อุดกันรั่วทุกจุดหลังจากการปรับแต่งเสร็จเรียบร้อยแล้ว
- 4.7.3 การปรับปริมาณลมที่ออกจากเครื่องปรับอากาศให้ใช้วิธีปรับปริมาณลมในท่อแยกให้ปรับที่ VOLUME DAMPER หลังจากปรับแต่ง DAMPER แล้วต้องทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่แน่นอนทุก ๆ แห่ง

4.8 การทำความสะอาดท่อลม

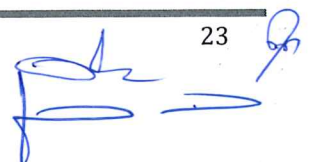
- 4.8.1 ในระหว่างการติดตั้งผู้รับจ้างต้องระวังป้องกันไม่ให้มีเศษฉนวน เศษไม้และขยะต่างๆ ตกค้างอยู่ในระบบท่อลม
- 4.8.2 ก่อนที่จะมีการติดตั้งฝ้าเพดาน ผู้รับจ้างจะต้องใช้พัดลมขนาดเล็ก (PORTABLE FAN) หรือพัดลมของเครื่องปรับอากาศเป่าลมทำความสะอาดภายในท่อลมใช้เครื่องดูดฝุ่นหรืออุปกรณ์ที่สามารถขับเศษ ฝุ่น ผงออกจากท่อลมให้หมด
- 4.8.3 ในกรณีที่ใช้พัดลมของเครื่องปรับอากาศจะต้องติดตั้งแผงกรองอากาศเข้าไว้ด้วยหลังจากการทำความสะอาดระบบท่อลม ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งแผงกรองอากาศชุดใหม่ ให้กับผู้ว่าจ้าง

5. ท่อน้ำยา

- 5.1 ระบบท่อน้ำยาใช้ท่อทองแดง (COPPER TUBE HARD DRAWN TYPE L ASTM B-88) ท่อ SUCTION หุ้มฉนวน CLOSED CELL ELASTOMERIC INSULATION หนาไม่ต่ำกว่า 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) หรือตามที่ระบุในแบบ ท่อน้ำยา SUCTION และ LIQUID ให้เดินแยกจากกันโดยมี CLAMP รััดทุก ๆ ระยะที่ห่างกันไม่เกิน 2.5 เมตร ฉนวนหุ้มท่อส่วนที่รััด CLAMP ให้สอดแผ่นสังกะสีกว้างไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร (4 นิ้ว) หุ้มรอบฉนวนที่ส่วนที่รััด CLAMP
- 5.2 การเดินท่อน้ำยาจะต้องเดินขนานหรือตั้งฉากกับอาคารท่อส่วนที่เจาะทะลุตัวอาคารให้ใส่ PIPE SLEEVES ทุกแห่งและอุดช่องว่างด้วยวัสดุกันน้ำ ท่อน้ำยา และท่อสายไฟที่เดินทะลุขึ้นไปบนดาดฟ้า ให้ทำฝาครอบ หรือก่ออิฐ ช่องที่ท่อทะลุขึ้นไปเพื่อกันฝน ท่อทั้งหมดที่เดินบนดาดฟ้าให้รองรับด้วยเหล็กตัว C ขนาด 75 มิลลิเมตร X 40 มิลลิเมตร X 5 มิลลิเมตร โดยเหล็กรับดังกล่าวต้องอยู่ห่างกันไม่เกิน 2.5 เมตร ความยาวของเหล็กรองรับต้องมากพอที่จะรับ CLAMP ยึดท่อทั้งหมดได้
- 5.3 ภายหลังการเชื่อมท่อน้ำยาแล้ว ให้ทำการทดสอบหารอยรั่วด้วยแก๊สไนโตรเจน ความดันไม่น้อยกว่า 28 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรเป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมงแล้วทำการไล่ความชื้นออกจากระบบท่อ ด้วยระบบสุญญากาศโดยผ่าน VACUUM PUMP เป็นเวลาอย่างต่ำ 1 ชั่วโมง แล้วให้ทำการ FEED น้ำยาเข้าระบบท่อ

6. ท่อน้ำทิ้ง (CONDENSATE DRAIN PIPING)

- 6.1 ท่อน้ำทิ้งจาก CONDENSATE DRAIN ของเครื่องปรับอากาศใช้ท่อ PVC CLASS 8.5 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 17-2532 สำหรับระบบท่อระบายน้ำทิ้งที่ต่อเชื่อมระหว่างเครื่องปรับอากาศ หลากๆ ชุด และเดินอยู่ภายในอาคาร ให้ใช้ท่อ PVC CLASS 8.5 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 17-2532 ท่อระบายน้ำทิ้งที่เดินได้อาคาร หรือฝังใต้ดิน ให้ใช้ท่อ PVC CLASS 13.5 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 17-2532 หรือตามที่กำหนดในแบบอุปกรณ์ข้อต่อท่อต่างๆ จะต้องใช้ชนิดที่มีความหนาตามประเภทท่อที่ใช้ และใช้น้ำยาต่อท่อตามคำแนะนำของผู้ผลิต



6.2 ท่อระบายน้ำทิ้งจากเครื่องปรับอากาศต้องมี TRAP และลาดเอียงไปทางปลายทาง ความชันไม่น้อยกว่า 1 ต่อ 100 Trap จะต้องมีความสูงเพียงพอ ไม่ให้น้ำไหลย้อนเข้าตัว AHU

6.3 ท่อน้ำทิ้งซึ่งติดตั้งอยู่ภายในห้องเครื่องปรับอากาศไม่ต้องหุ้มฉนวน ส่วนน้ำทิ้ง ซึ่งติดตั้งในส่วนอื่นซึ่งไม่ใช่บริเวณปรับอากาศ ให้หุ้มฉนวนทั้งหมดทั้งแนวตั้งและแนวนอนฉนวนที่ใช้ให้ใช้ชนิดเดียวกับฉนวนท่อน้ำยาโดยมีความหนาของฉนวน ไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว

ชนิดและขนาดของฉนวน

ฉนวนโฟมยาง (CLOSED CELL ELASTOMERIC FOAM INSULATION) ฉนวนที่ใช้กับท่อขนาดเล็กอาจเป็นท่อทองยาวซึ่งทำสำเร็จรูปมาจากโรงงานสำหรับสวมแล้วรัดไปตามท่อและข้อโค้งได้ หรือจะใช้ชนิดแผ่นนำมาตัดให้ได้ขนาดพอเหมาะกับท่อที่ต้องการหุ้มเช่นเดียวกับท่อขนาดใหญ่ก็ได้ ตรงรอยต่อของแผ่นฉนวนแต่ละแห่งต้องใช้กาวที่ผู้ทำฉนวนยี่ห้ออื่นๆ แนะนำให้ใช้ทากาวให้แน่น

คุณสมบัติของตัวฉนวน

ฉนวนที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามต้องการต่อไปนี้

คุณสมบัติ	ความต้องการ
Fire Rating	ไฟดับได้เองตาม ASTM DD 1692 (or equil.)
สัมประสิทธิ์การนำความร้อน (Thermal Conductivity)	ไม่เกิน 0.27 Btu.in. / hr.ft ² F
Water Absorption	ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 75 F
Water Vapor Permeability	ไม่เกินร้อยละ 5 ตามน้ำหนัก (ASTM D1056)
ความหนาแน่น	ไม่เกิน 0.15 (ASTM E96, C355)
การป้องกันโอโซน	4 – 5 ปอนด์ / ลบ. ฟุต (ASTM D 1667)
Protection Shield	ไม่มีสาร CFC

ท่อน้ำที่หุ้มฉนวนที่วิ่งออกไปภายนอกอาคาร (Outdoor Area) และบริเวณที่คาดว่าจะเกิดการขูดขีดอันจะทำให้ตัวฉนวนเสียหายให้หุ้มทับด้วยปลอก Aluminium ความหนา 0.5 มม. ท่อภายในจะต้องพันเทปพีวีซีทับหุ้มฉนวนอย่างเป็นระเบียบ และสวยงามเพื่อป้องกันการขีดข่วนและความสวยงามของฉนวนหุ้มท่อ

7. ข้อกำหนดระบบควบคุม

ระบบปรับอากาศจะต้องสามารถควบคุมสภาวะต่างๆ ของห้องดังต่อไปนี้

7.1 ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ให้เป็นไปตามข้อกำหนด

7.2 ระบบควบคุม (HVAC Control System)

จะต้องเป็นระบบไมโครโพรเซสเซอร์ใช้ Room Temperature control แบบปรับ speed พัดลมและมี display แบบ LCD แสดงอุณหภูมิที่มีสามารถแสดงผลควบคุมจัดการและแสดงสัญญาณเตือน