



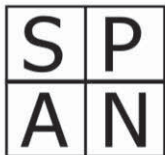
โครงการออกแบบอาคารผู้ป่วยในเฉลิมพระเกียรติ
คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช

เล่มที่ 8

รายการประกอบแบบ

งานวิศวกรรมระบบก๊าซทางการแพทย์ (เล่มที่ 8)
งานวิศวกรรมระบบปรับอากาศและระบายอากาศ
สำหรับห้องปลอดเชื้อ (เล่มที่ 1,7)

กิจการร่วมค้า สเปน - ยูไอ



บริษัท สเปนคอนซัลแตนท์ จำกัด
247 ถ.เสนานิคม 1 แขวงลาดพร้าว เขตลาดพร้าว กรุงเทพฯ 10230
E-MAIL :main.span@gmail.com Tel.0-2942-3691-6 ,Fax.0-2942-3694



บริษัท ยูนิคอร์น คอร์ปอเรชั่น แอนด์แมเนจเม้นท์ จำกัด
75/78 ซอยวัดเวฬุวนาราม 18 แขวงดอนเมือง
เขตดอนเมือง กรุงเทพมหานคร 10210



บริษัท ไอแลมป์ อาร์ทิเทค แอนด์ ดีไซน์ จำกัด
480/25 หมู่ที่ 2 ตำบลบ้านเกาะ
อำเภอเมืองนครราชสีมา นครราชสีมา 30000

LEADING FIRM

สารบัญ

รายการประกอบแบบ

- 42211 รายละเอียดและมาตรฐานอุปกรณ์ระบบก๊าซทางการแพทย์ (MEDICAL GASES SYSTEM) 1-1 ถึง 1-9
- 42212 รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศสำหรับห้องปลอดเชื้อ 1-1 ถึง 1-41

หมวดที่ 42211

รายละเอียดและมาตรฐานอุปกรณ์ระบบก๊าซทางการแพทย์ (MEDICAL GASES SYSTEM)

1. เกณฑ์ทำงานกำหนดทั่วไป

2. วัตถุประสงค์

ผู้ว่าจ้างมีความประสงค์จะจัดหาและติดตั้งระบบก๊าซทางการแพทย์ และอุปกรณ์อื่นๆ ของอาคารผู้ป่วยในเฉลิมพระเกียรติ โรงพยาบาลวชิระ กรุงเทพมหานคร

3. มาตรฐานอุปกรณ์และการติดตั้ง

- : ISO 9001 INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION
- : NFPA 99 NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION
- : CGA COMPRESSED GAS ASSOCIATION INC.
- : ASTM AMERICAN SOCIETY FOR TESTING & MATERIAL
- : ASME AMERICAN SOCIETY FOR MECHANICAL ENGINEERS
- : ASSE AMERICAN SOCIETY SANITARY STANDARD

4. ขอบเขตงาน

4.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้ง และทดสอบอุปกรณ์ระบบก๊าซทางการแพทย์ ดังแสดงไว้ในรูปแบบและรายการละเอียดเพื่อให้ใช้งานได้สมบูรณ์ และถูกต้องตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

4.2 เครื่องและอุปกรณ์ทุกชิ้น ต้องเป็นของใหม่ล่าสุดได้มาตรฐานสากลไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน และอยู่ในสภาพเรียบร้อยสมบูรณ์จนถึงวันทำการติดตั้ง

4.3 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการจัดการขนส่งเครื่องและอุปกรณ์ถึงบริเวณสถานที่ติดตั้งรวมทั้งการเก็บรักษาและป้องกันความเสียหายอันอาจเกิดขึ้น เช่น จากดินฟ้าอากาศ, จากภัยธรรมชาติ, จากมนุษย์หรือสัตว์ เป็นต้นจนถึงวันส่งมอบงาน

4.4 การติดตั้ง การขนส่ง การใช้งาน การเก็บรักษา และการปฏิบัติการต่าง ๆ ซึ่งจำเป็นในการดำเนินการติดตั้งให้เป็นไปโดยเรียบร้อยถูกต้อง ตามข้อกำหนดและหลักวิชาการทางวิศวกรรม

4.5 หากพบว่าการขัดแย้งระหว่างรูปแบบและรายการผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบทันที เพื่อที่จะได้พิจารณาตัดสินต่อไป

4.6 แบบรูปที่แสดงไว้เป็นแบบทั่วไป (TYPICAL DIAGRAM) ที่แสดงไว้เพื่อให้ผู้รับจ้างทราบถึงแนวทางและหลักการของระบบ รวมทั้งความต้องการของผู้ว่าจ้าง รูปแบบดังกล่าวได้แสดงแนวการเดินทางท่อต่าง ๆ และตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ใกล้เคียงกับความเป็นจริง อย่างไรก็ตามในการติดตั้งผู้รับจ้างต้องตรวจสอบ แบบสถาปนิก, แบบโครงสร้าง และแบบระบบงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด พร้อมทั้งจัดทำแบบหน้างานก่อนสร้าง/ติดตั้ง (SHOP DRAWING) เสนอให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนทำการติดตั้งจริงทุกครั้งเพื่อให้งานติดตั้งดำเนินไปโดยสะดวกไม่ขัดแย้งกับระบบงานอื่น มีความถูกต้องทางด้านเทคนิคในทุก ๆ ทางและสามารถทำงานในภายหลังได้เป็นอย่างดี

5. คุณสมบัติของผู้รับจ้าง

- 5.1 ผู้รับจ้างจะต้องมีความสามารถเตรียมจัดหา หรือมีอะไหล่ พร้อมทั้งจะสนองความต้องการของโรงพยาบาลได้
- 5.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาผลิตภัณฑ์ที่เจ้าของผลิตภัณฑ์เป็นตัวแทนจำหน่าย เพื่อเป็นการประกันความพร้อมความสามารถในการจัดเตรียมอะไหล่ พร้อมสนองตอบความต้องการของโรงพยาบาลได้ทันที
- 5.3 ผู้รับจ้างจะต้องไม่เคยเป็นผู้ละทิ้งงานการติดตั้งอุปกรณ์ระบบท่อจ่ายก๊าซกลางในโรงพยาบาลรัฐบาลหรือรัฐวิสาหกิจ
- 5.4 ผู้รับจ้างต้องเป็นนิติบุคคล ผู้มีอาชีพรับจ้างทำงานในด้านงานระบบ และสิ่งก่อสร้างที่ประกวดราคาจ้าง
- 5.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาผลิตภัณฑ์ที่เจ้าของผลิตภัณฑ์เป็นตัวแทนจำหน่าย ที่ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 13485 ในหัวข้อระบบก๊าซทางการแพทย์ และมีผู้ตรวจรับรองระบบก๊าซที่ผ่านการอบรม ASSE 6020 พร้อมใบรับรองการอบรมที่ยังไม่หมดอายุมาแสดง

6. การตรวจสอบแบบและรายการ

- 6.1 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบและรายการข้อกำหนดต่าง ๆ จนแน่ใจว่าเข้าใจถึงข้อกำหนดและเงื่อนไขต่าง ๆ โดยแจ้งชัด
- 6.2 เมื่อมีข้อขัดแย้งระหว่างแบบและรายการ หรือข้อสงสัย หรือข้อผิดพลาดเกี่ยวกับแบบและรายการให้สอบถามจากผู้ออกแบบโดยตรง และการตีความในข้อขัดแย้งใด ๆ ให้ตีความไปแนวที่ดีกว่า ถูกต้องกว่า หรือมีวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพดีกว่าครบถ้วนกว่าทั้งสิ้น

7. แบบสร้างจริง (AS-BUILT DRAWING)

- 7.1 ในระหว่างดำเนินการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องทำแผนผังและแบบตามทีสร้างจริงแสดงตำแหน่งของอุปกรณ์ และการติดตั้งอุปกรณ์ตามที่เป็นจริง รวมทั้งการแก้ไขอื่น ๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างการจัดตั้ง
- 7.2 แบบสร้างจริงนี้ วิศวกรผู้ควบคุมการติดตั้งของผู้รับจ้าง จะต้องลงนามรับรองความถูกต้องและส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง 3 ชุด ในวันส่งมอบงาน

8. การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่รักษาเครื่อง

- 8.1 ผู้รับจ้างจะต้องการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่องและรักษาเครื่องของผู้ว่าจ้างให้มีความรู้ความสามารถในการใช้งานและการบำรุงรักษา ก่อนส่งมอบงาน
- 8.2 หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์
- 8.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วยวิธีการใช้ และระยะเวลาของการบำรุงรักษา รายการอะไหล่และอื่น ๆ เป็นภาษาไทย และ/หรือภาษาอังกฤษสำหรับเครื่องและอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ผู้รับจ้างนำมาใช้ จำนวน 3 ชุด มอบให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน

9. การรับประกัน

- 9.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 2 ปี นับจากวันที่ติดตั้งแล้วเสร็จและส่งมอบงานแล้ว

9.2 ภายในช่วงเวลาดังกล่าวหากเครื่องและอุปกรณ์เสียหายหรือเสื่อมคุณภาพอันเนื่องจากโรงงานผลิต ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพดีเช่นเดิมโดยทันที และรับผิดชอบในค่าใช้จ่ายทั้งหมด

9.3 ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันในการเปลี่ยนและ/หรือแก้ไขวัสดุอุปกรณ์ และงานข้อกำหนดรวมทั้งข้อผิดพลาด ซึ่งผู้ว่าจ้างตรวจพบ ไม่ว่าก่อนหรือหลังจากการตรวจรับงาน

9.4 ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันอุปกรณ์ของระบบต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น ทำการแก้ไขสิ่งที่ไม่ถูกต้อง จะต้องเปลี่ยนหรือซ่อมวัสดุและอุปกรณ์ที่เสียหายหรือเสื่อมคุณภาพดังกล่าวให้ใหม่ รวมทั้งการบริการรายเดือน และในกรณีฉุกเฉิน ภายในระยะเวลาอย่างน้อย 2 ปี นับจากวันส่งมอบงาน หากผู้รับจ้างไม่เริ่มแก้ไขนับแต่วันที่มีหนังสือแจ้งจากผู้ว่าจ้างและดำเนินการให้เสร็จเรียบร้อยในระยะเวลาที่กำหนด ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะดำเนินการเองแล้วคิดค่าใช้จ่ายทั้งหมดจากผู้รับจ้าง

10. การส่งมอบงาน

10.1 ผู้รับจ้างต้องเปิดเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ทันที หรือพร้อมที่จะใช้งานได้ทันทีเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ติดต่อกันก่อนส่งมอบงาน

10.2 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบวัสดุและอุปกรณ์ตามที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้ทดสอบจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจและแน่ใจของผู้ว่าจ้างว่าวัสดุและอุปกรณ์เหล่านี้สามารถทำงานได้ดีถูกต้องตามข้อกำหนดทุกประการ

10.3 ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการทดสอบงานระบบและตรวจรับมอบงานอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

11. วัสดุท่อและข้อต่อ

11.1 ท่อทองแดงต้องเป็นท่อทองแดงที่ไม่มีตะเข็บตามมาตรฐาน ASTM B-819 , TYPE-L สำหรับระบบก๊าซแรงดัน และ ASTM B-88 สำหรับระบบสุญญากาศ เพื่อใช้เชื่อมต่อกับ BRAZE-JOINT FITTING ท่อที่เดินลอยอยู่ภายนอกให้ใช้ HARD TEMPER

11.2 ข้อต่อ (FITTING) เป็นข้อต่อของทองแดงแบบหนาไม่น้อยกว่าท่อและเป็นแบบที่ใช้เชื่อมโดยเฉพาะ

11.3 การเชื่อมโลหะ (BRAZING ALLOY) ระหว่างท่อทองแดงกับข้อต่อให้ใช้ SILVER BRAZING ALLOY มีจุดหลอมตัวไม่น้อยกว่า 1000 องศาฟาเรนไฮต์

11.4 FLUX ต้องใช้แบบที่ทำให้รอยเชื่อมสะอาด ห้ามใช้ BORAX หรือสารผสมแอลกอฮอล์หรือ RESIN

11.5 การทาสีและให้สัญลักษณ์ท่อที่ติดตั้งบนผนัง ให้ใช้สีน้ำมันทาโลหะเพื่อให้สัญลักษณ์ง่ายต่อการมองเห็นและเพื่อการซ่อมแซมในอนาคต ให้ทาสีมีระยะห่างไม่เกิน 6 เมตร หรือแต่ละห้องโดยให้สัญลักษณ์สากลโดย

- OXYGEN	สีเขียว
- MEDICAL AIR	สีเหลือง
- NITROUS OXIDE	สีน้ำเงิน
- CARBONDIOXIDE	สีดำ
- VACUUM	สีขาว
- NITROGEN	สีเทา
- WAGD	สีม่วง

11.6 การจับยึดท่อจะต้องสร้าง Support เฉพาะระบบนี้ และใช้คลิปท์จับยึดท่อเป็นระยะให้ถูกต้อง โดยให้น้ำหนักทั้งหมดของท่อรองรับอยู่ที่คลิปท์ ไม่ใช่ที่ข้อต่อ โดยกำหนดระยะห่างกันดังนี้

ขนาด	ระยะแนวตั้ง		ระยะแนวนอน	
	Normal			
Pipe bore inches	ฟุต	เมตร	ฟุต	เมตร
3/8	4	1.2	3	1
1/2	6	1.8	4	1.2
3/4	8	2.4	6	1.8
1	8	2.4	6	1.8
1 1/4	10	3.0	8	2.4
1 1/2	10	3.0	8	2.4
2	10	3.0	9	2.7
3	12	3.6	10	3.0

11.7 ท่อที่ฝังในดินหรือโครงสร้างจะต้องป้องกันการกัดกร่อนและการบวมสลายและจะต้องหลีกเลี่ยงการเดินท่อที่อาจเกิดอันตรายได้ เช่น การเดินท่อใกล้กับท่อไอน้ำ, น้ำมัน

11.8 ขณะทำการเชื่อมต่อท่อทองแดงจะต้องใช้ก๊าซเฉื่อย เช่น ไนโตรเจนบริสุทธิ์ไล่อากาศ (ออกซิเจน) ออกจากภายในท่ออยู่ตลอดเวลา เพื่อป้องกันการเกิดเขม่าภายในท่อทองแดงตามมาตรฐาน NFPA 99

12. การทดสอบ

12.1 เป่าท่อให้สะอาดเมื่อได้เดินท่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว และก่อนที่จะติดตั้งเอาท์เลตต้องใช้อากาศหรือไนโตรเจนที่ปราศจากละอองน้ำ, น้ำมัน เป่าเข้าไปในระบบท่อเพื่อไล่เศษผงต่าง ๆ ออก และกำจัดละอองไอน้ำที่เกาะอยู่ในท่อ

12.2 การทดสอบรอยบัดกรีที่ข้อต่อต่าง ๆ เมื่อติดตั้งระบบท่อเสร็จแล้ว ให้อัดระบบท่อด้วยอากาศหรือไนโตรเจนที่ปราศจากละอองน้ำ, น้ำมัน ให้ได้ความดัน 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว แล้วทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง รักษาความดันให้คงที่ จึงตรวจหาจุดรั่วซึมตามรอยเชื่อมบัดกรีทุกจุดโดยใช้น้ำสบู่ เมื่อทดสอบเสร็จให้ทำความสะอาด จัดการซ่อมจุดรั่วซึมทั้งหมด และทำการทดสอบเช่นนี้จนกระทั่งไม่ปรากฏจุดรั่วซึมอีก

12.3 การทดสอบการทำงานให้ทดสอบการทำงานของชุดจ่ายก๊าซ, ระบบบะลาร์ม, โซนวาล์ว ให้ถูกต้องตามความประสงค์ในแบบและรายการ

12.4 การทดสอบการเชื่อมบัดกรีท่อสลับกัน (TEST CROSS CONNECTION) โดยทำการทดสอบระบบท่อก๊าซที่ละชนิดก๊าซจนครบ และทดสอบแรงดันของแต่ละหัวจ่าย ส่งผลตรวจให้กับทางผู้ว่าจ้าง

12.5 ผู้รับจ้างจะต้องทดสอบระบบท่อจ่ายก๊าซอย่างเต็มรูปแบบ (COMPLETE SYSTEM INSPECTION VERIFICATION) และส่งมอบรายงานการตรวจสอบอย่างละเอียดต่อผู้ว่าจ้าง โดยผู้ทำการตรวจสอบจะต้องได้รับ

ประกาศนียบัตร MEDICAL GAS INSPECTOR CERTIFICATE จากสถาบัน N.I.T.C หรือ P.I.P.E. หรือ M.G.T.I และให้แนบสำเนาผู้ตรวจสอบพร้อมจดหมายยืนยันการตรวจระบบก๊าซของโครงการ พร้อมลงนามรับรองสำเนาเอกสารมาพร้อมกับเอกสารขออนุมัติ

13. หัวจ่ายก๊าซทางการแพทย์ (MEDICAL SERVICE OUTLETS)

13.1 เป็นชนิด QUICK CONNECT

13.2 เป็นแบบติดตั้งฝาผนัง สามารถเสียบใช้งานได้โดยตรง เป็นระบบ KEY INDEX, COLOR CODE เฉพาะแต่ละชนิดแก๊ส สร้างตามมาตรฐาน NFPA, UL, ISO 9001 และ ISO 13485

13.3 ออกแบบให้มีสัญลักษณ์สีที่แตกต่างกันในแต่ละชนิดก๊าซ และติดถาวรคงทนโดยไม่สามารถสลับกัน ได้โดยเด็ดขาด

13.4 ตัวเรือนทำด้วยทองเหลืองขึ้นเดียว โดยมีปลั๊กอุดไว้สำหรับการถอดซ่อมบำรุง

13.5 เรือนฝาหลังมีโอริงรัด 2 ชั้นเพื่อป้องกันการรั่ว การรับกันระหว่างฝาหลังและฝาหน้าเป็นแบบ METAL TO METAL เพื่อเพิ่มความแข็งแรงในการรับน้ำหนักและแรงกดของอุปกรณ์ใช้งานกับผู้ป่วย

13.6 ฝาหน้าเป็นวัสดุ CHROME PLATE ZINC หรือ พลาสติก มีสัญลักษณ์ของสีและชื่อบอกชนิดก๊าซ บริเวณเสียบอุปกรณ์ใช้งานที่มีขนาดใหญ่ มองเห็นได้ชัดเจนและติดตั้งอยู่ถาวร

13.7 กำหนดให้สไลด์แขวนขวดชักชั้น (WALL SLIDE) เป็นยี่ห้อเดียวกับหัวจ่ายก๊าซ

14. วาล์วและโซนวาล์ว (ZONE VALVE)

14.1 วาล์วเป็นชนิด 3-PIECE BRONZED-BODICED BALL VALVE แบบ FULL BORE PORT ออกแบบ เพื่อใช้งานได้ทั้งที่แรงดัน 600 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ตัววาล์ว ปิด/เปิด 90 องศา โดยหมุนเดียวด้ามจับ และมีชื่อก๊าซปิด แสดงเพื่อการใช้งานนั้น

14.2 วาล์วที่บรรจุในกล่อง จะต้องมีความสมบูรณ์ดังข้อ 14.1 พร้อมมาตรวัดแรงดันของแต่ละก๊าซ ตัวกล่อง บรรจุวาล์ว ทำด้วย GALVANIZED STEEL หรือ EXTRUDE ANODIZED ALUMINUM ฟันสี ตัว FINISHING FRAME ทำด้วยอะลูมิเนียมอะโนไดซ์ ประกอบเข้ากับตัวกล่อง มีหน้าต่างปิดด้วยแผ่นพลาสติก (CLEAR REMOVABLE VINYL WINDOW WITH PULL RING) เพื่อเปิดดูฉลากโดยไม่ต้องใช้เครื่องมือ

15. ระบบสัญญาณเตือน (MEDICAL GAS ALARM)

ระบบ MASTER ALARM และ AREA ALARM ผลิตตามมาตรฐาน NFPA 99 ISO 9001 และ ISO 13485 ให้ติดตั้งตามตำแหน่งที่แสดงในแบบแปลน มีรายละเอียดดังนี้

15.1 MASTER ALARM ระบบสัญญาณแสงและเสียงแบบ MASTER ALARM ที่มีระบบ AREA ALARM ประกอบอยู่ในชุดเดียวกัน เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากโรงงานผลิต ให้ติดตั้งตามแบบเป็นระบบ ELECTRONIC CIRCUIT SELF-MONITORING TYPE เพื่อแสดงถึงความผิดพลาดของแรงดัน ออกซิเจน, อากาศหายใจ, ไนโตรส ออกไซด์, คาร์บอนไดออกไซด์, ไนโตรเจน, สูญญากาศ และระบบ WAGD ที่แหล่งจ่าย ถ้าเกิดความผิดพลาดในระบบสัญญาณควบคุมที่ได้กำหนดไว้จะเกิดสัญญาณเสียงพร้อมไฟสีแดงในช่องสัญญาณกำหนดหน้าที่ของก๊าซนั้น ๆ มีปุ่มเพื่อกดให้เสียงหยุด แต่สัญญาณไฟแดงยังติดปรากฏอยู่จนกว่าการแก้ไขในความผิดพลาดจะเรียบร้อยแล้ว

และมีปุ่มทดสอบสัญญาณแสงและเสียง เพื่อทดสอบความผิดพลาดของตัวเครื่องให้มีสัญญาณแสงและเสียง โดยมีชุดเซนเซอร์สำหรับวัดแรงดันก๊าซ และชุดหน้าจอแสดงผลประกอบกันเป็นชุดเดียวกันเป็นแบบ TOUCH SCREEN

15.2 ระบบสัญญาณแสงและเสียง แบบ AREA ALARM ระบบ ELECTRONIC CIRCUIT SELF-MONITORING TYPE เพื่อใช้งานควบคุมระบบก๊าซทางการแพทย์ และสัญญาณ แบบคุมพื้นที่ มีสัญญาณไฟเขียวแสดงการทำงานปกติ และจะดับเมื่อเกิดสัญญาณที่ควบคุมผิดพลาด เช่น แรงดันก๊าซออกซิเจนต่ำกว่าที่กำหนดไว้ เช่นเดียวกันจะเกิดสัญญาณแสงและเสียง ที่ช่องของระบบนั้น มีหน้าปัทม์ของแต่ละระบบแสดงแรงดันของก๊าซเป็นตัวเลขดิจิทัล มีปุ่มทดสอบสัญญาณแสงและเสียงเพื่อตรวจสอบการทำงานของตัวเครื่องโดยมีชุดเซนเซอร์สำหรับวัดแรงดันก๊าซ และชุดหน้าจอแสดงผลประกอบกันเป็นชุดเดียวกันเป็นแบบ TOUCH SCREEN

16. เครื่องควบคุมการจ่ายก๊าซทางการแพทย์

16.1 ระบบควบคุมการจ่ายก๊าซออกซิเจน เป็นแบบ WALL MOUNTED DUPLEX MANIFOLD ชนิดควบคุมโดยระบบอัตโนมัติ (FULLY AUTOMATIC CONTROL CABINET) จำนวน 40 ถัง (ถังและก๊าซจัดหาโดยโรงพยาบาล) เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต ชุด MANIFOLD แบ่งเป็น 2 ด้าน ด้านละ 20 ถัง รวม 40 ถัง ทำงานสลับกันอัตโนมัติ ผ่าน REGULATOR (ชุดปรับแรงดัน) แต่ละด้านเพื่อลดความดันออกซิเจนสูงสุด 2250 PSI ให้ต่ำลงสู่แรงดันประมาณ 120 - 150 PSI. และปรับใช้งานที่ STANDARD PRESSURE 50 - 60 PSI โดยมีชุดปรับแรงดันแบบคู่ เพื่อไว้สำรองจ่ายเวลาต้องการซ่อมบำรุง โดยมีอุปกรณ์ประกอบด้วยส่วนสำคัญดังต่อไปนี้

16.1.1 มี HIGH PRESSURE PIGTAIL (หางหมู) ประกอบรวมกันกับ SINTER BRONZE FILTER CHECK VALVE และ TORSION LEVER

16.1.2 มี MANIFOLD VALVE (HEADER) สำหรับปิด-เปิด PIGTAIL แต่ละชุด

16.1.3 มี LINE PRESSURE REGULATOR แบบ DUPLEX (ชุดควบคุมแรงดันใช้งานปกติที่ 55 PSIG) ให้แต่ละตัวปริมาณก๊าซผ่านได้ไม่น้อยกว่า 4500 SCFH

16.1.4 ที่แผงหน้าตู้โชว์แรงดันเป็นแบบ DIGITAL แสดงสัญญาณ BANK IN USE, EMPTY, READY 2 ฟังก์ชันหน้าตู้เพื่อแสดงผลของการทำงานในการจ่ายแก๊สฝั่งซ้ายและขวา

16.2 ระบบควบคุมการจ่ายก๊าซไนตรัสออกไซด์เป็นแบบ WALL MOUNTED DUPLEX MANIFOLD ชนิดควบคุมโดยระบบอัตโนมัติ (FULLY AUTOMATIC CONTROL CABINET) จำนวน 12 ถัง (ถังและก๊าซโรงพยาบาลเป็นผู้จัดหา) เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต ชุด MANIFOLD แบ่งเป็น 2 ด้าน ด้านละ 6 ถัง รวม 12 ถัง ทำงานสลับกันอัตโนมัติ ผ่าน REGULATOR (ชุดปรับแรงดัน) แต่ละด้านเพื่อลดความดันก๊าซไนตรัสออกไซด์สูงสุด 2250 PSI ให้ต่ำลงสู่แรงดันประมาณ 120 - 150 PSI. และปรับใช้งานที่ STANDARD PRESSURE 50 - 60 PSI โดยมีชุดปรับแรงดันแบบคู่ เพื่อไว้สำรองจ่ายเวลาต้องการซ่อมบำรุง โดยมีอุปกรณ์ประกอบด้วยส่วนสำคัญดังต่อไปนี้

16.2.1 มี HIGH PRESSURE PIGTAIL (หางหมู) ประกอบรวมกันกับ SINTER BRONZE FILTER CHECK VALVE และ TORSION LEVER

16.2.2 มี MANIFOLD VALVE (HEADER) สำหรับปิด-เปิด PIGTAIL แต่ละชุด

16.2.3 มี LINE PRESSURE REGULATOR แบบ DUPLEX (ชุดควบคุมแรงดันใช้งานปกติที่ 55 PSI) ให้แต่ละตัวปริมาณก๊าซผ่านได้ไม่น้อยกว่า 500 SCFH

16.2.4 ที่แผงหน้าตู้โชว์แรงดันเป็นแบบ DIGITAL แสดงสัญญาณ BANK IN USE, EMPTY, READY 2 ฟังก์ชันหน้าตู้เพื่อแสดงผลของการทำงานในการจ่ายแก๊สฝั่งซ้ายและขวา

16.3 ระบบควบคุมการจ่ายก๊าซไนโตรเจน เป็นแบบ WALL MOUNTED DUPLEX MANIFOLD ชนิดควบคุมโดยระบบอัตโนมัติ (FULLY AUTOMATIC CONTROL CABINET) จำนวน 36 ถัง (ถังและก๊าซจัดหาโดยโรงพยาบาล) เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต ชุด MANIFOLD แบ่งเป็น 2 ด้าน ด้านละ 18 ถัง รวม 36 ถัง ทำงานสลับกันอัตโนมัติ ผ่าน REGULATOR (ชุดปรับแรงดัน) แต่ละด้านเพื่อลดความดันออกซิเจนสูงสุด 2250 PSI ให้ต่ำลงสู่แรงดันประมาณ 120 - 150 PSI. และปรับใช้งานที่ STANDARD PRESSURE 50 - 60 PSI โดยมีชุดปรับแรงดันแบบคู่ เพื่อไว้สำรองจ่ายเวลาต้องการซ่อมบำรุง โดยมีอุปกรณ์ประกอบด้วยส่วนสำคัญดังต่อไปนี้

16.3.1 มี HIGH PRESSURE PIGTAIL (หางหมู) ประกอบรวมกันกับ SINTER BRONZE FILTER CHECK VALVE และ TORSION LEVER

16.3.2 มี MANIFOLD VALVE (HEADER) สำหรับปิด-เปิด PIGTAIL แต่ละชุด

16.3.3 มี LINE PRESSURE REGULATOR แบบ DUPLEX (ชุดควบคุมแรงดันใช้งานปกติที่ 55 PSIG) ให้แต่ละตัวปริมาณก๊าซผ่านได้ไม่น้อยกว่า 2500 SCFH

16.3.4 ที่แผงหน้าตู้โชว์แรงดันเป็นแบบ DIGITAL แสดงสัญญาณ BANK IN USE, EMPTY, READY 2 ฟังก์ชันหน้าตู้เพื่อแสดงผลของการทำงานในการจ่ายแก๊สฝั่งซ้ายและขวา

16.4 ระบบควบคุมการจ่ายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นแบบ WALL MOUNTED DUPLEX MANIFOLD ชนิดควบคุมโดยระบบอัตโนมัติ (FULLY AUTOMATIC CONTROL CABINET) จำนวน 12 ถัง (ถังและก๊าซโรงพยาบาลเป็นผู้จัดหา) เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต ชุด MANIFOLD แบ่งเป็น 2 ด้าน ด้านละ 6 ถัง รวม 12 ถัง ทำงานสลับกันอัตโนมัติ ผ่าน REGULATOR (ชุดปรับแรงดัน) แต่ละด้านเพื่อลดความดันก๊าซไนตรัสออกไซด์สูงสุด 2250 PSI ให้ต่ำลงสู่แรงดันประมาณ 120 - 150 PSI. และปรับใช้งานที่ STANDARD PRESSURE 50 - 60 PSI โดยมีชุดปรับแรงดันแบบคู่ เพื่อไว้สำรองจ่ายเวลาต้องการซ่อมบำรุง โดยมีอุปกรณ์ประกอบด้วยส่วนสำคัญดังต่อไปนี้

16.4.1 มี HIGH PRESSURE PIGTAIL (หางหมู) ประกอบรวมกันกับ SINTER BRONZE FILTER CHECK VALVE และ TORSION LEVER

16.4.2 มี MANIFOLD VALVE (HEADER) สำหรับปิด-เปิด PIGTAIL แต่ละชุด

16.4.3 มี LINE PRESSURE REGULATOR แบบ DUPLEX (ชุดควบคุมแรงดันใช้งานปกติที่ 55 PSI) ให้แต่ละตัวปริมาณก๊าซผ่านได้ไม่น้อยกว่า 500 SCFH

16.4.4 ที่แผงหน้าตู้โชว์แรงดันเป็นแบบ DIGITAL แสดงสัญญาณ BANK IN USE, EMPTY, READY 2 ฟังก์ชันหน้าตู้เพื่อแสดงผลของการทำงานในการจ่ายแก๊สฝั่งซ้ายและขวา

17. ระบบสุญญากาศทางการแพทย์

เครื่องผลิตสุญญากาศทางการแพทย์ เป็นแบบ QUADPLEX VACUUM SYSEM เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

17.1 ตัวเครื่องเป็นแบบ ROTARY VANE VACUUM PUMP ชนิดใช้น้ำมันหล่อลื่น

17.2 ตัวเครื่องมีใบเวนไม่เกิน 3 ใบ

17.3 มีระบบจ่ายน้ำมันแบบฉีด (INJECTION) โดยไม่ต้องปรับตั้งตลอดการใช้งานพร้อมระบบเก็บน้ำมันภายในตัวเครื่อง (OIL RECEIVER TANK) ในวงจรน้ำหล่อลื่น ระบายความร้อนด้วยอากาศ

17.4 ตัวเครื่องเป็นแบบขับเคลื่อนโดยไม่ใช้สายนพาน มีความเร็วรอบไม่เกิน 1500 รอบ/นาที

17.5 ตัวเครื่องแต่ละตัวสามารถผลิตสุญญากาศได้ไม่น้อยกว่า 580 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ที่บรรยากาศ ขับด้วยมอเตอร์ ขนาด 15 กิโลวัตต์ ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์

17.6 ขณะเครื่องทำงานมีเสียงดังไม่เกิน 80 dBA

17.7 ถังรองรับสุญญากาศ มีขนาดบรรจุไม่น้อยกว่า 1500 ลิตร จำนวน 1 ชุด ทำด้วยเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 6 มม. มีอุปกรณ์ประกอบ เช่น VACUUM GAUGE, VACUUM SWITCH เป็นต้น

17.8 ชุดกรองแบคทีเรีย (BACTERIA FILTER) มีคุณสมบัติดังนี้

17.8.1 ให้ปริมาณสุญญากาศผ่านได้ไม่น้อยกว่า 2320 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

17.8.2 ขนาดรับท่อเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 3 นิ้ว

17.8.3 ผลิตตามมาตรฐาน HTM 2022 หรือ มีคุณสมบัติในการกำจัดแบคทีเรีย โดยมีผลทดสอบจากหน่วยงานราชการ

17.8.4 มีมาตรวัดอายุการใช้งานของไส้กรอง

17.9 ระบบควบคุม AUTOMATIC CONTROL SYSTEM แบบ PLC CONTROLLER มีหน้าจอแสดงผลแบบ TOUCH SCREEN ใช้ควบคุมการทำงานของปั๊มสุญญากาศให้สามารถสลับการทำงานได้ที่ละ 1 ชุดโดยอัตโนมัติ และกรณีทีเครื่องชุดเดียวทำงานไม่เพียงพอให้เครื่องชุดที่ 2 - 4 สามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติเช่นกัน ภายในตู้ควบคุมต้องมีอุปกรณ์ ดังนี้

- CIRCUIT BREAKER
- MAGNETIC STARTER
- OVERLOAD RELAY
- INVERTOR CONTROL (VSD.)
- หลอดไฟแสดงการทำงาน
- อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ที่จำเป็น

18. ระบบสุญญากาศสำหรับระบบระบายมลภาวะห้องผ่าตัด (WAGD)

เครื่องผลิตสุญญากาศทางการแพทย์ เป็นแบบ DUPLEX VACUUM SYSTEM เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

18.1 ตัวเครื่องเป็นแบบ OIL LESS CLAW VACUUM PUMP ชนิดไม่ใช้น้ำมันหล่อลื่น

18.2 ตัวเครื่องเป็นแบบขับเคลื่อนโดยมอเตอร์ไฟฟ้า มีความเร็วรอบไม่เกิน 3500 รอบ/นาที

18.3 ตัวเครื่องแต่ละตัวสามารถผลิตสุญญากาศได้ไม่น้อยกว่า 350 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ที่บรรยากาศเข้าด้วยมอเตอร์ ขนาด 7.5 กิโลวัตต์ ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์

18.4 ขณะเครื่องทำงานมีเสียงดังไม่เกิน 75 dBA

18.5 ถังรองรับสุญญากาศ มีขนาดบรรจุไม่น้อยกว่า 500 ลิตร จำนวน 1 ชุด ทำด้วยเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 6 มม. มีอุปกรณ์ประกอบ เช่น VACUUM GAUGE, VACUUM SWITCH เป็นต้น

18.6 ชุดกรองแบคทีเรีย (BACTERIA FILTER) มีคุณสมบัติดังนี้

18.6.1 ให้ปริมาณสุญญากาศผ่านได้ไม่น้อยกว่า 700 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

18.6.2 ขนาดรับท่อเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 2 นิ้ว

18.6.3 ผลิตตามมาตรฐาน HTM 2022 หรือ มีคุณสมบัติในการกำจัดแบคทีเรีย โดยมีผลทดสอบจากหน่วยงานราชการ

18.6.4 มีมาตรวัดอายุการใช้งานของไส้กรอง

18.7 ระบบควบคุม AUTOMATIC CONTROL SYSTEM แบบ PLC CONTROLLER มีหน้าจอแสดงผลแบบ TOUCH SCREEN ใช้ควบคุมการทำงานของปั๊มสุญญากาศให้สามารถสลับการทำงานได้ที่ละ 1 ชุดโดย

อัตโนมัติ และกรณีที่เครื่องชุดเดียวทำงานไม่เพียงพอให้เครื่องชุดที่ 2 สามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติเช่นกัน ภายในตู้ควบคุมต้องมีอุปกรณ์ ดังนี้

- CRICUIT BREAKER
- MAGNETIC STARTER
- OVERLOAD RELAY
- INVERTOR CONTROL (VSD.)
- หลอดไฟแสดงการทำงาน
- อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ที่จำเป็น

19. ระบบอากาศอัดทางการแพทย์

เครื่องผลิตอากาศอัดทางการแพทย์ เป็นแบบ DUPLEX COMPRESSED AIR SYSTEM เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

19.1 เครื่องผลิตอากาศหายใจทางการแพทย์ จำนวน 1 ชุด แบบ OIL FREE SCROLL AIR COMPRESSOR W/ AIR TREATMENT AND DRYER, RECEIVER TANK AND FILTRATION SET ตามมาตรฐานเพื่อใช้งานทางการแพทย์

19.2 เครื่องอัดอากาศเป็นชนิดไม่มีน้ำมันหล่อลื่น

19.3 เครื่องอัดอากาศแต่ละชุด ขับด้วยมอเตอร์ ขนาด 3.7 กิโลวัตต์ จำนวน 10 ตัว รวม 37 กิโลวัตต์ ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ สามารถผลิตอากาศหายใจทางการแพทย์แบบต่อเนื่องได้ 4100 ลิตร/นาที ที่ 50 PSI รวม 2 ชุด ได้ปริมาตรอากาศ 8200 ลิตร/นาที

19.4 ขณะเครื่องทำงานมีเสียงดังไม่เกิน 65 dBA

19.5 เครื่องทำให้อากาศสะอาดแห้งและบริสุทธิ์ (AIR TREATMENT UNIT) จำนวน 2 ชุด ประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต เป็นแบบ REFRIGERATED AIR DRYER มีอัตราการจ่ายลมไม่น้อยกว่า 16000 ลิตร/นาที ที่ 90 PSI

19.6 ถังรองรับอากาศ มีความจุไม่น้อยกว่า 1500 ลิตร จำนวน 1 ชุด ทำด้วยเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 8 มม. พร้อมติดตั้งระบบถ่ายน้ำก้นถังแบบ ELECTRIC TANK DRAIN เป็นระบบ SOLID-STATE TIMER DRAIN และวาล์วปิด/เปิดสำหรับใช้งาน MANUAL อีก 1 ชุด โดยมีอุปกรณ์ประกอบ เช่น PRESSURE GAUGE, PRESSURE SWITCH เป็นต้น

19.7 PRESSURE REGULATOR ชนิด HEAVY DUTY ให้ปริมาตรไม่น้อยกว่า 8200 ลิตร/นาที ที่ 90 PSI

19.8 ระบบควบคุม AUTOMATIC CONTROL SYSTEM แบบ PLC CONTROLLER มีหน้าจอแสดงผลแบบ TOUCH SCREEN ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องอัดอากาศให้สามารถสลับการทำงานได้ที่ละ 1 ชุดโดยอัตโนมัติ และกรณีที่เครื่องชุดเดียวทำงานไม่เพียงพอให้เครื่องชุดที่ 2 สามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติเช่นกัน

20. เงื่อนไขเฉพาะ

ผลิตภัณฑ์ที่เลือกใช้ให้เป็นไปตามเอกสารมาตรฐานอุปกรณ์วัสดุก่อสร้าง เลขที่ ก.99 /ก.ค/60 ของกรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กองแบบแผน กระทรวงสาธารณสุข

หมวดที่ 42212

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศสำหรับห้องปลอดเชื้อ

หมวดที่ 1 เครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อ (Cleanroom Control Unit)

1.1 รายละเอียดของเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อ

1.1.1 ความต้องการทั่วไป

ก. เครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อ แบบ Heat Recovery Unit System ประกอบด้วย Heat Recovery Condensing Unit และ Heat Recovery Air Handling Unit โดยใช้หลักการลดความชื้นแบบ Automatic Heat Recovery แบบไม่ใช้ Electric Heater วัสดุประกอบภายในเครื่อง ที่มีโอกาสเกิดการเจริญเติบโตของเชื้อราและแบคทีเรียต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน ISO 846 พร้อมอุปกรณ์อื่นๆ ให้ครบถ้วน

ข. เครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อที่นำมาใช้ ต้องผลิตภายใต้มาตรฐาน ISO 9001:2015 ทางด้านผลิตเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อสำหรับห้องสะอาด และโรงงานผลิตต้องได้รับมาตรฐานอุตสาหกรรมสีเขียวหรือมาตรฐาน TUV SUD

ค. เครื่องควบคุมอากาศสามารถใช้งานได้กับระบบไฟฟ้าของอาคาร ณ สถานที่ติดตั้ง โดยไม่ต้องมีการดัดแปลง หรือใช้หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า ยกเว้นสำหรับระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศต้องมีระบบควบคุม เพื่อป้องกันเครื่องชำรุด และควบคุมการทำงานของเครื่อง

ง. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาผลิตภัณฑ์ที่เจ้าของผลิตภัณฑ์มีความพร้อมความสามารถในการจัดเตรียมอะไหล่ และเข้าแก้ปัญหาของโรงพยาบาลได้ทันที

จ. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างที่มีประสบการณ์ในการติดตั้งห้องครีนิรุมประเภทห้องผ่าตัดบวก และห้องผ่าตัดลบ ห้อง ICU ห้องคลอดที่ทำงานอย่างต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 10 ปีขึ้นไป ได้แก่ บริษัท เบสท์ ไตรเคชั่น ซิสเต็ม จำกัด, บริษัท ไฮจิเนค โซลูชั่น จำกัด, บริษัท ทีเอส ซีวิล คอนสตรัคชั่น จำกัด

ฉ. ผู้รับจ้างต้องจัดหาช่างในการติดตั้ง งานผนัง งานพื้น งานฝ้า งานประตู่ งานท้อแก๊สทางการแพทย์ งานระบบปรับอากาศ งานระบบไฟฟ้า ของห้องผ่าตัด ห้องICU และห้องLR เพียงบริษัทเดียว เพื่อให้งานเกิดความสมบูรณ์ในการทดสอบระบบห้องครีนิรุม ซึ่งส่งผลต่อการตรวจสอบมาตรฐานห้องครีนิรุม ให้ได้ตามความต้องการของโรงพยาบาลโดยต้องได้รับความเห็นชอบเป็นไปตามมาตรฐานของผู้ควบคุมงาน

1.1.2 มาตรฐานการติดตั้งและการผลิต

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น วัสดุอุปกรณ์การประกอบการติดตั้ง จะต้องเป็นไปตามกฎเกณฑ์ และข้อกำหนดมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

- ARI - Air-conditioning and Refrigeration Institute
- ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Conditioning Engineer
- ISO - International Organization for Standardization
- ASME - American Society of Mechanical Engineer
- 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.

1.1.3 รายละเอียดเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อสำหรับห้องผ่าตัดและห้องผ่าตัดปรับแรงดัน จากบวกเป็นลบได้ (ORCU Unit & ORCU-PS Unit)

1.1.3.1 คุณสมบัติ และโครงสร้างเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อ

เครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อโครงสร้างเครื่องเป็นแบบผนังสองชั้น (Double Skin) ผิวภายนอกทำด้วยสแตนเลส 304 สำหรับเครื่องปลอดเชื้อ (AICU) ประกอบด้วยโครงสร้างเป็นอลูมิเนียมโปรไฟล์ หนาไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร และเครื่องควบคุมอากาศสะอาด (CRU) ประกอบด้วยโครงสร้างเป็นอลูมิเนียมโปรไฟล์ หนาไม่น้อยกว่า 30 มิลลิเมตร มีฉนวนกันความร้อน Polyurethane (PU) Foam สอดใส่อยู่ภายในมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน 0.017-0.02 W/mK และมุมของผนังเป็น Thermal-Break เพื่อป้องกันการรั่วไหลของอากาศและเกิดหยดน้ำ ตัวเครื่องต้องผ่านการทดสอบรอยรั่วของอากาศที่ไม่น้อยกว่า 1000 ปาสคาล (Pa) มีระบบต่างๆ ประกอบไปด้วย ผิวชั้นนอกและใน ทำจากแผ่นเหล็ก Galvanized Steel Sheet หนาไม่น้อยกว่า 0.9 มิลลิเมตร ตัวเครื่องต้องประกอบไปด้วย พัดลมชนิด Backward Curve Open Wheel, DX-Coil, Heat Recovery Coil, Filter Sections, Damper Sections ถาดน้ำทิ้งทำด้วยวัสดุสแตนเลสเกรด 304 มือจับ และบานพับ ทำจากวัสดุ Polyamide ไม่เปราะหรือแตกง่าย เครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อที่นำมาใช้ ต้องผลิตภายใต้มาตรฐาน ISO 9001:2015 ทางด้านผลิตเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อสำหรับห้องสะอาด และโรงงานผลิตต้องได้รับมาตรฐานอุตสาหกรรมสีเขียว

1.1.3.2 ส่วนกรองอากาศ (Filter) ส่วนกรองอากาศในเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อ

- Pre-Filter มีความหนาไม่น้อยกว่า 38 มิลลิเมตร และมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 25% ชนิด Anti-Microbial ตามมาตรฐาน EN 779 : G4 และ JIS B 9908 Format 3 (หรือเทียบเท่า)
- Active Carbon Filter ความหนาไม่น้อยกว่า 38 มิลลิเมตร และจะต้องเป็นฟิลเตอร์ที่มีคุณสมบัติสามารถกรองกลิ่นและสารเคมีต่างได้ดี
- Medium Filter มีความหนาไม่น้อยกว่า 38 มิลลิเมตร และมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 80% ตามมาตรฐาน EN 779 : F8 และ JIS B 9908 Format 2 (หรือเทียบเท่า)
- มีระบบ IONIZATION สำหรับฆ่าเชื้อ และดับกลิ่นก่อนและหลังการใช้งาน

1.1.3.3 ส่วนกรองอากาศ Final Filter ภายในห้องผ่าตัด

- ULPA Filter มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 99.9999% @DOP Test 0.1 μm ตามมาตรฐาน EN 1822 : U15 (หรือเทียบเท่า) สำหรับห้องผ่าตัด HYBRID OR Class 1,000 (Gel Type)

- HEPA Filter มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 99.999% @DOP Test 0.3 μm ตามมาตรฐาน EN 1822 : H13 (หรือเทียบเท่า) สำหรับห้องผ่าตัด Class 10,000 (Gel Type)
- Terminal Housing for HEPA ทำจาก Anodized Aluminum Frame with Aluminum Inlet Cover

1.1.3.3 การควบคุมทิศทางการไหลของอากาศ (Air Pattern)

- การควบคุมแรงดันอากาศภายในห้องผ่าตัดและห้องผ่าตัดติดเชื้อผู้รับจ้างต้องออกแบบระบบปรับอากาศสำหรับห้องผ่าตัดให้มีแรงดันภายในห้องเป็นบวก และห้องผ่าตัดติดเชื้อความดันห้องเป็นลบ ขณะปิดประตูสนิท และมีตัวเลขแสดงแรงดันอากาศภายในห้อง
- การควบคุมปริมาณการไหลเวียนของอากาศ (Air Circulation per Hour) ปริมาณการไหลเวียนของอากาศที่ไหลเข้าสู่ห้องโดยรวม (Total Air, ACH) จะต้องไม่ต่ำกว่า 25 ACH สำหรับห้องผ่าตัด ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนด
- การควบคุมทิศทางการไหลของอากาศ (Air Pattern) สำหรับห้องผ่าตัดทิศทางการไหลของอากาศที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งที่จะป้องกันการติดเชื้อของผู้ป่วยโดยเฉพาะอย่างยิ่งในห้องผ่าตัดซึ่งจะต้องให้ลมจ่ายจากด้านบนและลมกลับหรือลมดูด (Exhaust Air) ไหลออกด้านล่าง ณ ผนังภายในอาคาร

1.1.3.4 อากาศภายในห้องผ่าตัด

- การควบคุมทิศทางการไหลของอากาศ (Air Pattern) นอกจากนี้จะต้องมีระบบการกรองอากาศด้วยแผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูง และการไหลของอากาศให้เป็นแบบ Laminar Air Flow ครอบคลุมพื้นที่เตียงผ่าตัด (Surgery Zone) และการควบคุม Condition ต่างๆให้อยู่ในข้อกำหนดที่ระบุในแบบ พร้อมทั้งส่งสัญญาณเตือนในกรณีที่ระบบเกิดปัญหาและข้อขัดข้องของระบบ ในรูปแบบของตัวอักษร และสัญลักษณ์ที่หน้าจอ Touch Screen การกรองฝุ่น, เชื้อโรค และการรักษาความดันอากาศภายในห้องผ่าตัดและห้องผ่าตัดติดเชื้อ ซึ่งมีข้อกำหนดเบื้องต้นในการออกแบบดังนี้

การควบคุม Condition ภายในห้องผ่าตัด OR และห้องผ่าตัด OR ปรับแรงดันได้ทั้ง บวกและลบ

- ระดับของห้องผ่าตัด (Cleanliness Class) : เทียบเคียง Class 10,000 FS209E (At Rest) หรือ ISO 14644-1 Class 7
- อัตราการหมุนเวียนอากาศต่อชั่วโมง : ไม่น้อยกว่า 25ACH และเป็น F/A 100% (ในกรณีฉุกเฉิน)
- อุณหภูมิภายในห้อง : 21 °C +/- 2 °C
- ความชื้นภายในห้อง : 50%RH +/-5%RH
- แรงดันภายในห้อง : เป็นบวก 15 +/- 5PA และเป็นลบ -3 +/-3 PA (ในกรณีฉุกเฉิน)

การควบคุม Condition ภายในห้องผ่าตัดติดเชื้อ NEGATIVE OR

- อัตราการหมุนเวียนอากาศต่อชั่วโมง : ไม่น้อยกว่า 25ACH
- เป็นระบบ Fresh Air 100 %
- อุณหภูมิภายในห้อง : 21 °C +/- 2 °C
- ความชื้นภายในห้อง : 50%RH +/-5%RH
- แรงดันภายในห้อง : เป็นลบ 15 +/- 5PA

การควบคุม Condition ภายในห้องผ่าตัด HYBRID OR

- ระดับของห้องผ่าตัด (Cleanliness Class) : เทียบเคียง Class 1,000 FS209E (At Rest) หรือ ISO 14644-1 Class 6
- อัตราการหมุนเวียนอากาศต่อชั่วโมง : ไม่น้อยกว่า 50ACH
- อุณหภูมิภายในห้อง : $21\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$
- ความชื้นภายในห้อง : $50\%\text{RH} \pm 5\%\text{RH}$
- แรงดันภายในห้อง : เป็นบวก 20 $\pm$ 5PA

1.1.4 รายละเอียดเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อสำหรับห้องผู้ป่วยวิกฤติ , ห้องผู้ป่วยวิกฤติติดเชื้อ, ห้องคลอด, ห้องคลอดฉุกเฉิน , ห้องเก็บของสะอาด , ทางเดินสะอาด Clean Corridor และห้องสะอาดต่างๆ

1.1.4.1 คุณสมบัติ และโครงสร้างเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อ (AICU Unit)

เครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อโครงสร้างเครื่องเป็นแบบผนังสองชั้น (Double Skin) ผิวภายนอกทำด้วยสแตนเลส304 สำหรับเครื่องปลอดเชื้อ(AICU)ประกอบด้วยโครงสร้างเป็นอลูมิเนียมโปรไฟล์ หนาไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร และเครื่องควบคุมอากาศสะอาด(CRU)ประกอบด้วยโครงสร้างเป็นอลูมิเนียมโปรไฟล์ หนาไม่น้อยกว่า 30 มิลลิเมตร มีฉนวนกันความร้อน Polyurethane (PU) Foam สอดใส่อยู่ภายในมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน $0.017\text{--}0.02\text{ W/mK}$ และมุมของผนังเป็น Thermal- Break เพื่อป้องกันการรั่วไหลของอากาศและเกิดหยดน้ำ ตัวเครื่องต้องผ่านการทดสอบรอยรั่วของอากาศที่ไม่น้อยกว่า 1000 ปาสคาล (Pa) มีระบบต่างๆ ประกอบไปด้วย ผิวชั้นนอกและใน ทำจากแผ่นเหล็ก Galvanized Steel Sheet หนาไม่น้อยกว่า 0.9 มิลลิเมตร ตัวเครื่องต้องประกอบไปด้วย พัดลมชนิด Backward Curve Open Wheel, DX-Coil, Heat Recovery Coil, Filter Sections, Damper Sections ถาดน้ำทิ้งทำด้วยวัสดุสแตนเลสเกรด 304 มือจับ และบานพับ ทำจากวัสดุ Polyamide ไม่เปราะหรือแตกง่าย เครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อที่นำมาใช้ ต้องผลิตภายใต้มาตรฐาน ISO 9001:2015 ทางด้านผลิตเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อสำหรับห้องสะอาด และโรงงานผลิตต้องได้รับมาตรฐานอุตสาหกรรมสีเขียว

1.1.4.2 ส่วนกรองอากาศ (Filter) ส่วนกรองอากาศในเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อ

- Pre-Filter มีความหนาไม่น้อยกว่า 38 มิลลิเมตร และมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 25% ชนิด Anti-Microbial ตามมาตรฐาน EN 779 : G4 และ JIS B 9908 Format 3 (หรือเทียบเท่า)
- Medium Filter มีความหนาไม่น้อยกว่า 38 มิลลิเมตร และมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 80% ตามมาตรฐาน EN 779 : F8 และ JIS B 9908 Format 2 (หรือเทียบเท่า)
- มีระบบสำหรับห้องผ่าตัดและห้องแยกโรคปลอดเชื้อต้องมีระบบ IONIZATION สำหรับฆ่าเชื้อ โรคและดักกลิ่น ก่อนและหลังการใช้งาน

1.1.4.3 การควบคุมทิศทางการไหลของอากาศ (Air Pattern)

- การควบคุมแรงดันอากาศภายในห้อง ผู้รับจ้างต้องออกแบบระบบปรับอากาศสำหรับห้องผู้ป่วยวิกฤติ , ห้องคลอด, ห้องคลอดฉุกเฉิน , ห้องเก็บของสะอาด , ทางเดินสะอาด Clean Corridor ให้มีแรงดันภายในห้องเป็นบวก และห้องผู้ป่วยวิกฤติติดเชื้อ, ห้องคลอดผู้ป่วยติดเชื้อ ความดันห้องเป็นลบ ขณะปิดประตูสนิท และมีตัวเลขแสดงแรงดันอากาศภายในห้อง

- การควบคุมปริมาณการไหลเวียนของอากาศ (Air Circulation per Hour) ปริมาณการไหลเวียนของอากาศที่ไหลเข้าสู่ห้องโดยรวม (Total Air, ACH) จะต้องไม่น้อยกว่า 25 ACH สำหรับห้องคลอดถูกเดิน ไม่น้อยกว่า 15 ACH สำหรับผู้ป่วยวิกฤติ , ห้องคลอด, ห้องเก็บของสะอาด , ทางเดินสะอาด Clean Corridor ห้องผู้ป่วยวิกฤติติดเชื้อ ,ห้องคลอดผู้ป่วยติดเชื้อ และห้องเก็บของสะอาด ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนด

- การควบคุมทิศทางการไหลของอากาศ (Air Pattern) สำหรับห้องผ่าตัดทิศทางการไหลของอากาศที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งที่จะป้องกันการติดเชื้อของผู้ป่วยโดยเฉพาะอย่างยิ่งในห้องผ่าตัดซึ่งจะต้องให้ลมจ่ายจากด้านบนและลมกลับหรือลมดูด (Exhaust Air) ไหลออกด้านล่าง ณ ผนังภายในอาคาร

1.1.4.4 อากาศทั้งภายในและภายนอก

- การควบคุมทิศทางการไหลของอากาศ (Air Pattern) นอกจากนี้จะต้องมีระบบการกรองอากาศด้วยแผงกรองอากาศประสิทธิภาพ และการควบคุม Condition ต่างๆให้อยู่ในข้อกำหนดที่ระบุในแบบพร้อมทั้งส่งสัญญาณเตือนในกรณีที่เกิดระบบเกิดปัญหาและข้อขัดข้องของระบบ ในรูปแบบของตัวอักษร และสัญลักษณ์ที่หน้าจอ Touch Screen การกรองฝุ่น, เชื้อโรคและการรักษาความดันอากาศภายในห้องผู้ป่วยวิกฤติ, ห้องผู้ป่วยวิกฤติติดเชื้อ, ห้องคลอด, ห้องเก็บของสะอาด และทางเดินสะอาด Clean Corridor ซึ่งมีข้อกำหนดเบื้องต้นในการออกแบบดังนี้

การควบคุม Condition ภายในห้องผู้ป่วยวิกฤติ

- ระดับของห้องสะอาด (Cleanliness Class) : เทียบเคียง Class 100,000 FS209E (At Rest) หรือ ISO 14644-1 Class 8
- อัตราการหมุนเวียนอากาศต่อชั่วโมง : ไม่น้อยกว่า 15ACH
- อุณหภูมิภายในห้อง : 23 °C +/- 2 °C
- ความชื้นภายในห้อง : 50%RH +/-10%RH
- แรงดันภายในห้อง : เป็นบวก 10 +/- 5PA

การควบคุม Condition ภายในห้องผู้ป่วยวิกฤติติดเชื้อ

- อัตราการหมุนเวียนอากาศต่อชั่วโมง : ไม่น้อยกว่า 15ACH
- เป็นระบบ Fresh Air 100 %
- อุณหภูมิภายในห้อง : 23 °C +/- 2 °C
- ความชื้นภายในห้อง : 50%RH +/-10%RH
- แรงดันภายในห้อง : เป็นลบ 10 +/- 5PA

การควบคุม Condition ภายในห้องคลอด

- ระดับของห้องคลอด (Cleanliness Class) : เทียบเคียง Class 100,000 FS209E (At Rest) หรือ ISO 14644-1 Class 8
- อัตราการหมุนเวียนอากาศต่อชั่วโมง : ไม่น้อยกว่า 15ACH
- อุณหภูมิภายในห้อง : 23 °C +/- 2 °C
- ความชื้นภายในห้อง : 50%RH +/-10%RH
- แรงดันภายในห้อง : เป็นบวก 10 +/- 5PA

การควบคุม Condition ภายในห้องคลอดฉุกเฉิน

- ระดับของห้องคลอด (Cleanliness Class) : เทียบเคียง Class 10,000 FS209E (At Rest) หรือ ISO 14644-1 Class 7
- อัตราการหมุนเวียนอากาศต่อชั่วโมง : ไม่น้อยกว่า 25ACH
- อุณหภูมิภายในห้อง : $21^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
- ความชื้นภายในห้อง : 50%RH $\pm$ 5%RH
- แรงดันภายในห้อง : เป็นบวก 15 $\pm$ 5PA

การควบคุม Condition ภายในห้องคลอดผู้ป่วยความดันลบติดเชื้อ

- อัตราการหมุนเวียนอากาศต่อชั่วโมง : ไม่น้อยกว่า 15ACH
- เป็นระบบ Fresh Air 100 %เมื่อเจ้าหน้าที่เข้าไปในห้องคนไข้
- เป็นระบบประหยัดพลังงานหมุนเวียนอากาศพร้อมระบบกำจัดเชื้อโรคเมื่อ

ผู้ป่วยอยู่เพียงลำพัง

- อุณหภูมิภายในห้อง : $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
- ความชื้นภายในห้อง : 50%RH $\pm$ 10%RH
- แรงดันภายในห้อง : เป็นลบ -10 $\pm$ 5PA

การควบคุม Condition ภายในทางเดินสะอาด Clean Corridor

- ระดับของห้องคลอด (Cleanliness Class) : เทียบเคียง Class 100,000 FS209E (At Rest) หรือ ISO 14644-1 Class 8
- อัตราการหมุนเวียนอากาศต่อชั่วโมง : ไม่น้อยกว่า 15ACH
- อุณหภูมิภายในห้อง : $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
- แรงดันภายในห้อง : เป็นบวก 10 $\pm$ 5PA

การควบคุม Condition ภายในห้องเก็บของสะอาด

- ระดับของห้องคลอด (Cleanliness Class) : เทียบเคียง Class 100,000 FS209E (At Rest) หรือ ISO 14644-1 Class 8
- อัตราการหมุนเวียนอากาศต่อชั่วโมง : ไม่น้อยกว่า 15ACH
- อุณหภูมิภายในห้อง : $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
- ความชื้นภายในห้อง : 50%RH $\pm$ 10%RH
- แรงดันภายในห้อง : เป็นบวก 10 $\pm$ 5PA

1.1.5 รายละเอียดเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อสำหรับห้องโซนสะอาด (AHU-D Unit)

1.1.5.1 คุณสมบัติ และโครงสร้างเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อสำหรับโซนสะอาด (AHU-D Unit)

เครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อโครงสร้างเครื่องเป็นแบบผนังสองชั้น (Double Skin) ผิวภายนอกทำด้วยสแตนเลส304 สำหรับเครื่องควบคุมอากาศสะอาด(AHU-D)ประกอบด้วยโครงสร้างเป็นอลูมิเนียมโปรไฟล์ หนาไม่น้อยกว่า 30 มิลลิเมตร มีฉนวนกันความร้อน Polyurethane (PU) Foam สอดใส่อยู่ภายในมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน 0.017-0.02 W/mK และมุมของผนังเป็น Thermal- Break เพื่อป้องกันการรั่วไหลของอากาศและเกิดหยดน้ำ ตัวเครื่องต้องผ่านการทดสอบรอยรั่วของอากาศที่ไม่น้อยกว่า 1000 ปาสกาล (Pa) มีระบบต่างๆ ประกอบไปด้วย ผิวชั้นนอกและใน

ทำจากแผ่นเหล็ก Galvanized Steel Sheet หนาไม่น้อยกว่า 0.9 มิลลิเมตร ตัวเครื่องต้องประกอบไปด้วย พัดลมชนิด Backward Curve Open Wheel, DX-Coil, Heat Recovery Coil, Filter Sections, Damper Sections ถาดน้ำทิ้งทำด้วยวัสดุสแตนเลสเกรด 304 มือจับ และบานพับทำจากวัสดุ Polyamide ไม่เปราะหรือแตกง่าย เครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อที่นำมาใช้ ต้องผลิตภายใต้มาตรฐาน ISO 9001:2015 ทางด้านผลิตเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อสำหรับห้องสะอาด และโรงงานผลิตต้องได้รับมาตรฐานอุตสาหกรรมสีเขียว

1.1.5.2 ส่วนกรองอากาศ (Filter) ส่วนกรองอากาศในเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อ

- Pre-Filter มีความหนาไม่น้อยกว่า 38 มิลลิเมตร และมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 25% ชนิด Anti-Microbial ตามมาตรฐาน EN 779 : G4 และ JIS B 9908 Format 3 (หรือเทียบเท่า)
- Medium Filter มีความหนาไม่น้อยกว่า 38 มิลลิเมตร และมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 80% ตามมาตรฐาน EN 779 : F8 และ JIS B 9908 Format 2 (หรือเทียบเท่า)

1.1.5.3 อากาศทั้งภายในและภายนอกห้อง

การควบคุมทิศทางกรไหลของอากาศ(AirPattern)นอกจากนี้จะต้องมีระบบการกรองอากาศและการควบคุม Conditionต่างๆให้อยู่ในข้อกำหนดที่ระบุในแบบพร้อมทั้งส่งสัญญาณเตือนในกรณีที่เกิดปัญหาและข้อขัดข้องของระบบ ในรูปแบบของตัวอักษร และสัญลักษณ์ที่หน้าจอ LCD การกรองฝุ่น, เชื้อโรค ซึ่งมีข้อกำหนดเบื้องต้นในการออกแบบดังนี้

- อัตราการหมุนเวียนอากาศต่อชั่วโมง : ไม่น้อยกว่า 15ACH
- อุณหภูมิภายในห้อง : 23 °C +/- 2 °C

1.1.6 ชุดควบคุมแรงดันอากาศเป็นลบสำหรับห้องผ่าตัดติดเชื้อ NEGATIVE OR , ห้องผู้ป่วยวิกฤติ ICU และห้องผู้ป่วยติดเชื้อ (Negative pressure control unit : NPU)

1.1.6.1 คุณสมบัติ และโครงสร้างเครื่องควบคุมแรงดันอากาศเป็นลบ (NPU)

เครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อโครงสร้างเครื่องเป็นแบบผนังสองชั้น (Double Skin) ผนังภายนอกทำด้วยสแตนเลส304 ประกอบด้วยโครงสร้างเป็นอลูมิเนียมโพรไฟล์หนาไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร มีฉนวนกันความร้อน Polyurethane (PU) Foam สอดใส่อยู่ภายในมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน 0.017-0.02 W/mK และมุมของผนังเป็น Thermal- Break เพื่อป้องกันการรั่วไหลของอากาศและเกิดหยดน้ำ ตัวเครื่องต้องผ่านการทดสอบรอยรั่วของอากาศที่ไม่น้อยกว่า 1000 ปาสคาล (Pa) มีระบบต่างๆ ประกอบไปด้วย ผนังชั้นนอกและใน ทำจากแผ่นเหล็ก Galvanized Steel Sheet หนาไม่น้อยกว่า 0.9 มิลลิเมตร ตัวเครื่องต้องประกอบไปด้วย พัดลมชนิด Backward Curve Open Wheel, Filter Sections มือจับ และบานพับทำจากวัสดุ Polyamide ไม่เปราะหรือแตกง่ายต้องผลิตภายใต้มาตรฐาน ISO 9001:2015 ทางด้านผลิตเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อสำหรับห้องสะอาด และโรงงานผลิตต้องได้รับมาตรฐานอุตสาหกรรมสีเขียว

1.1.6.2 จะต้องติดตั้งชุดกรองก่อนปล่อยอากาศทิ้งโดยมีชุดกรองดังนี้

- ชุดกรองชั้นที่ 1 Pre Filter EN779 : G4
- ชุดกรองชั้นที่ 2 Medium Filter EN779 : F8
- ชุดกรองชั้นที่ 3 HEPA Filter EN 1822 : H14
- ชั้นที่ 4 ติดตั้งระบบฆ่าเชื้อด้วย Ionization

1.1.7 รายละเอียดของ Heat Recovery Condensing Unit

- ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ WHCUต้องผลิตภายใต้มาตรฐาน ISO 9001:2015 ทางด้านผลิตเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อสำหรับห้องสะอาด และโรงงานผลิตต้องได้รับมาตรฐานอุตสาหกรรมสีเขียว
- ชิ้นส่วนภายนอก (Casing) ทรงสี่เหลี่ยม โครงสร้างเป็นสแตนเลส 304 โดยชิ้นส่วนรองรับอุปกรณ์ภายในและคอมเพรสเซอร์ต้องมีความแข็งแรง
- Compressor ใช้กับระบบไฟฟ้า 380V 3PH 50Hz เป็นชนิด Digital Scroll Hermetic Type สามารถควบคุมโหลดได้ในช่วง 10-100% โดยไม่ใช้การปรับความถี่ไฟฟ้า ติดตั้งบนลูกยาง หรือสปริงกันสะเทือน ใช้สารทำความเย็นด้วยน้ำยา R-407 พร้อม Internal Protector ภายในคอมเพรสเซอร์
- ชุด Automatic heat recovery Supply และ Return จะต้องจ่ายความร้อนให้กับเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อ (ORCU, AICU) โดยติดตั้ง Ball Valve ทั้งด้าน Supply และ Return
- ระบบประหยัดพลังงาน Heat Recovery Condensing Unit ชุด Coil ทำด้วยท่อทองแดง Fin ทำด้วยอลูมิเนียมเคลือบผิวกันการสึกกร่อนตามมาตรฐานผู้ผลิต และใน Unit ต้องติดตั้ง Pressure Transducer เพื่อตรวจวัด Super Heat

1.2 รายละเอียดงานระบบท่อน้ำยา

1.2.1 ท่อน้ำยาเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อและเครื่องปรับอากาศ

ท่อน้ำยา ให้ใช้ท่อทองแดงชนิด Hard drawn ตามมาตรฐาน ASTM Type Lหรือตามมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า ข้อต่อใช้ชนิด Forged or wrought copper, solder type รอยต่อเชื่อมด้วย silver solder ขนาดของท่อน้ำยาต่างๆจะต้องเป็นไปตามที่ระบุในแบบหรือคำนวณขนาดท่อตาม Equivalent Length ของแนวท่อที่ติดตั้งจริงโดยค่า Pressure Drop ในเส้นท่อแต่ละชนิดได้ แต่ท่อ Suction, ท่อ Discharge หรือท่อ Liquid ต้องไม่เกิน 2 องศาฟาเรนไฮต์ หรือเทียบเท่าหรือดีกว่า Change in Saturated Temperature ในขณะเดียวกันให้คำนึงถึงเรื่องการไหลกลับของน้ำมันหล่อลื่นเข้าสู่คอมเพรสเซอร์ด้วย จะต้องเป็นไปโดยสะดวกในทุกสภาวะการทำงานของเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อและเครื่องปรับอากาศ การเดินท่อน้ำยา ท่อต้องอยู่ในแนวขนานและ/หรือตั้งฉากไปกับตัวอาคาร ถ้าเดินผ่านทางเท้าที่มีคนเดิน และ/หรือถนน ให้ทำคอนกรีตเสริมเหล็กพร้อมฝารอบเหล็กหล่อ เพื่อใส่ท่อน้ำยาและท่อร้อยสายไฟท่อที่เดินทะลุผ่านผนังคานและพื้นจะต้องมี Pipe Sleeve ขนาดใหญ่กว่าท่อ (หุ้มฉนวนแล้ว) โดยรอบไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว ช่องว่างระหว่างท่อกับ Sleeve ให้อุดด้วยวัสดุที่ยึดหยุ่นได้ กันน้ำ และกันไฟลามผ่านได้ เช่น ซีลโคน ท่อต้องมี Anchors and Expansion Bends เพื่อรองรับการขยายตัวของท่อในกรณีที่จำเป็นต้องใช้ Flexible Woven Metal Connector ต่อเข้ากับคอมเพรสเซอร์ เพื่อป้องกันท่อแตกเพราะการสั่นสะเทือน การยึดท่อให้ใช้ปะกับและรางเหล็กอาบสังกะสีชนิดเดียวกับที่ใช้ยึดท่อร้อยสายไฟเพื่อยึดให้แข็งแรง ท่อที่อยู่ในสถานที่อาจจะถูกทำลายหรือกระทบให้เสียหายได้ ต้องมีการป้องกัน เช่น มีฝารอบเป็นต้น ท่อน้ำยาขนาดไม่เกิน 1-1/4 นิ้ว ต้องมีที่ยึดท่อห่างทุกระยะไม่เกิน 2,400 มม. ท่อขนาดใหญ่กว่า 1-1/4 นิ้ว ต้องมีทุกระยะไม่เกิน 3,000 มม. ภายหลังจากที่ได้ทำการเชื่อมระบบท่อแล้ว ให้ทำการทดสอบรอยรั่วตามข้อต่างๆ หากตรวจพบรอยรั่ว ณ จุดใด

ต้องทำการเชื่อมซ่อมแซมรอยรั่วนั้นจากนั้นใช้ปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump) ดูดเอาความชื้นออก และทำให้ระบบเป็นสุญญากาศ (Dehydration and Evacuation) หากปรากฏว่าความดันภายในระบบไม่อาจลดต่ำลงไปได้ตามที่กำหนด แสดงว่าระบบท่อยังมีรอยรั่วอยู่อีกให้ทำการทดสอบและซ่อมแซมรอยรั่วต่างๆ ก่อนการดูดเอาความชื้นและทำให้ระบบเป็นสุญญากาศอีกครั้งหนึ่ง ฉนวนหุ้มท่อน้ำยาให้ใช้ชนิด Closed-Cell Foamed Plastic ท่อขนาด 3/8 นิ้ว ให้ใช้ฉนวนหนาไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ท่อขนาด 5/8 นิ้ว ขึ้นไป ให้ใช้ฉนวนหนาไม่น้อยกว่า 3/4 นิ้ว ตรงที่แขวนท่อหรือยึดท่อฉนวนหุ้มท่อต้องเป็นชนิดแข็ง และยาวไม่น้อยกว่า 100 มม. และต้องใส่แผ่นเหล็กอาบสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 1.0 มม. วัระหว่างที่แขวนท่อหรือที่ยึดติดกับฉนวนท่อตรงที่แขวนท่อหรือที่ยึดทุกแห่ง

1.2.2 อุปกรณ์อื่นๆ

ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม (ถ้าไม่มีติดมาพร้อมเครื่องปรับอากาศ) ทั้งนี้ต้องไม่ขัดกับคำแนะนำของ ผู้ผลิตเครื่องอย่างน้อยดังนี้ Drier, Liquid Sight Glass เป็นต้น

1.2.3 การทาสี

ผู้รับจ้างต้องทาสีขึ้นส่วนที่เป็นเหล็กให้ทาสีกันสนิมอย่างดี ทาอย่างน้อย 3 เทียวย ตามรายการประกอบแบบงาน สถาปัตยกรรมหมวดงานทาสีและงานเคลือบผิว

1.2.4 การติดตั้ง

1.2.4.1 การติดตั้งเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อ

การติดตั้งบนพื้นต้องมีขาเหล็กรองรับเครื่องให้มีที่ว่างใต้เครื่องไม่น้อยกว่า 250 มม. ตามที่ผู้ผลิตกำหนดหรือข้อแนะนำของผู้ผลิตการติดตั้งแขวนจากเพดาน ให้ยึดด้วยโครงเหล็กติดกับพื้นของชั้นบนโดยตรงโดยใช้สลักเกลียวและแป้นเกลียว หรือใช้ Expansion Bolts ซึ่งสามารถรับน้ำหนักเครื่องได้อย่างปลอดภัย และมี Vibration Isolator ตามประเภทที่กำหนด

ท่อน้ำทิ้ง ให้ต่อท่อน้ำทิ้งจากเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อและเครื่องปรับอากาศให้ทำ Tap ความสูงโดยคำนวณจาก Total Static ของเครื่องนั้นๆ และให้หาท่อระบายน้ำที่ใกล้ที่สุดตรงจุดที่ต่อออกจากเครื่อง ต้องมีช่องอเพื่อดักผงและเปิดออกทำความสะอาดได้ง่าย ท่อน้ำทิ้งให้ใช้ท่อ PVC ชั้น 8.5 หรือเทียบเท่าหรือดีกว่า การยึดติดกับผนังฯลฯ ให้ใช้ประกับเหล็กอาบสังกะสีหรืออลูมิเนียมชนิดสำหรับใช้รัดท่อร้อยสายไฟฟ้า

1.3 รายละเอียดอื่นๆ

1.3.1 การรับประกัน

1.3.1.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อและเครื่องปรับอากาศ Compressor และอุปกรณ์ทั้งระบบ ยกเว้น อุปกรณ์สิ้นเปลือง เช่น ฟिलเตอร์ หลอดไฟ สายพาน และฟिलเตอร์ไดเออร์ เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี นับจากวันที่ได้ทำการตรวจรับและส่งมอบงานงวดสุดท้าย

1.3.1.2 ในกรณีที่เครื่องปรับอากาศชำรุดระหว่างการใช้งานปกติไม่ว่าในกรณีใดๆทั้งสิ้น ผู้รับจ้างจะต้องทำการตรวจสอบเครื่องปรับอากาศให้ใช้งานได้ดี ภายในกำหนดเวลา 3 วัน นับตั้งแต่วันที่ได้รับความแจ้งจากหน่วยงาน หากผู้รับจ้างละเลยหรือเพิกเฉย หน่วยงาน จะดำเนินการแจ้งช่างเครื่องปรับอากาศรายอื่นทำการตรวจสอบ ในกรณีที่ผู้รับจ้างจะต้องชำระค่าตรวจสอบแทนโรงพยาบาลฯ โดยไม่มีเงื่อนไขใดๆ ทั้งสิ้น

1.3.2 ผู้เสนอราคาจะต้องได้รับอนุญาตจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ที่เสนอให้เป็นผู้แทนจำหน่ายหรือตัวแทนจำหน่ายหลักในประเทศไทย

1.3.3 ผู้รับจ้างจะต้องแนบหนังสือรับประกันสินค้าจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ที่เสนอให้เป็นผู้แทนจำหน่าย หรือตัวแทนจำหน่ายหลักในประเทศไทย

- 1.3.4 ผู้รับจ้างต้องทำการตรวจเช็คการทำงาน รวมทั้งบริการทำความสะอาดเครื่องและบำรุงรักษา
ทุกๆ 3 เดือนเป็น ระยะเวลา 2 ปี โดยไม่คิดค่าบริการและจะต้องจัดทำประวัติการใช้งาน
และการตรวจซ่อม/บำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแต่ละเครื่องมอบไว้ให้ผู้ว่าจ้าง
- 1.3.5 ผู้รับจ้างต้องทำสัญญาให้บริการโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายกับผู้ว่าจ้าง และส่งตารางการเข้ามา
บำรุงรักษา เครื่องปรับอากาศให้เจ้าของงาน
- 1.3.6 ผู้รับจ้างต้องทำความสะอาด และซ่อมแซมรอยที่เสียหายที่เกิดขึ้นจากการติดตั้ง
เครื่องปรับอากาศให้เรียบร้อย เหมือนเดิมก่อนส่งมอบงาน
- 1.3.7 ผู้เสนอราคาต้องแนบแคตตาล็อกและหรือแบบรูปรายการละเอียดคุณลักษณะเฉพาะทางด้าน
เทคนิคให้ตรงกับรายละเอียดประกอบแบบ เพื่อให้คณะกรรมการพิจารณา

หมวดที่ 2 งานระบบท่อส่งลมสะอาด

2.1 ข้อกำหนดงานท่อลม

- 2.1.1 ท่อลมจะต้องทำด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสี ความหนาของแผ่นเหล็กที่ใช้จะต้องไม่น้อยกว่าที่
กำหนดในแบบวิธีการประกอบงานท่อลมและอุปกรณ์ต่างๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐานของ
ASHRAE และ SMACNA ท่อลมจะต้องเป็นแบบตัดและพับสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตโดยใช้
เครื่องตัดและพับท่อลมโดยเฉพาะ โรงงานที่ตัด และพับจะต้องมีผลงานเป็นที่ยอมรับ และขอ
อนุมัติจากวิศวกรก่อนเริ่มทำงาน ให้ผู้รับจ้างจัดทำข้อกำหนดความหนาของแผ่นสังกะสี
รายละเอียดการประกอบและการขึ้นรูปพร้อมทั้งส่งตัวอย่างต่างๆ ให้วิศวกรพิจารณาอนุมัติ
ก่อนดำเนินการ ในกรณีที่ใช้เป็นท่อลมแบบตัดประกอบสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิตให้ผู้รับจ้าง
เสนอวิธีการจัดทำ ตัวอย่างงานและ SHOP DRAWING ให้วิศวกรพิจารณาอนุมัติก่อนการเริ่ม
ดำเนินการ
- 2.1.2 แบบงานท่อลมมิได้จัดแสดงแนวหลบหลักกับงานก่อนสร้างอื่นๆ ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ
SHOP DRAWING งานติดตั้งจริง และแสดงแนวทางหลบหลักนี้ โดยให้เป็นความรับผิดชอบ
ของผู้รับจ้าง
- 2.1.3 ขนาดที่กำหนดในแบบงานท่อลม จะบอกขนาดของท่อลมในแนวนอนเป็นตัวแรกแล้วจึงเป็น
ขนาดท่อลมใน แนวตั้ง
- 2.1.4 ที่ท่อลมทางเข้าและออกของเครื่องส่งลมเย็น FAN COIL UNIT และพัดลมจะต้องมี
FLEXIBLE CONNECTION ตามรายละเอียดในแบบ
- 2.1.5 ที่ท่อลมแยกจากท่อลมหลักทุกจุดจะต้องมี SPLITTER DAMPER เพื่อให้สามารถปรับ
ปริมาณลมได้ตามรายละเอียดในแบบ
- 2.1.6 สำหรับท่อลมกลับเข้าห้องเครื่องส่งลมเย็นให้ติดตั้ง VOLUME DAMPER ที่ห้องเครื่องส่งลม
เย็นด้วย
- 2.1.7 ปะเก็นหน้าแปลนท่อลมให้ใช้เป็นแบบ NEOPRENE RUBBER หนา 1/4"
- 2.1.8 รอยต่อตะเข็บของท่อลมทั้งแนวตั้งและแนวยาวทั้งหมดให้อุดรูรั่วโดย SILICONE ชนิดทน
ความร้อนสูง หรือ SELF ADHESIVE CLOSED CELL THERMAL INSULATION TAPE กว้าง
ไม่น้อยกว่า 2 นิ้ว หลังจากนั้นให้ใช้ NONTOKIC AND NONFLAMABLE ACRYLIC DUCT
SEALANT ทาท่อลมให้ทั่วก่อนทำการหุ้มฉนวน
- 2.1.9 อุปกรณ์ที่ใช้ในงานท่อลม จะต้องเป็นชนิดไม่ติดไฟหรือลามไฟ และในกรณีที่ท่อลมจะต้อง
ผ่านผนังกันไฟให้ติดตั้ง FIRE DAMPER เพื่อป้องกันการลามไฟ

- 2.1.10 ท่อลมที่ผ่านแนวของผนัง จะต้องเตรียมช่องไว้โดยใช้กรอบวงกบเหล็ก โดยขนาดที่ใช้ไม่เล็กกว่า 4x2 นิ้ว และขนาดกรอบวงกบจะต้องไม่เล็กกว่าขนาดท่อลมที่หุ้มฉนวนแล้วและอุดช่องด้วยวัสดุทนไฟทั้งสองด้าน
- 2.1.11 ท่อลมที่อยู่ในช่องเปิดในส่วนที่ผ่านพื้นของทุกๆ ชั้น ให้ปิดช่องว่างด้วย FIRE STOP และ FIRE BARRIER ชนิดทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง
- 2.1.12 ติดตั้ง VOLUME DAMPER ชนิด GEAR TYPE ที่ตำแหน่งก่อนเข้า HEPA FILTER

2.2 FLEXIBLE AIR DUCT

- 2.2.1 ที่ท่อลมแยกไปต่อเข้าหน้ากากลมเย็นทุกชุด ให้เป็น FLEXIBLE ROUND AIR DUCT ยาวไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร เพื่อความสะดวกในการโยกย้าย หน้ากากลมเย็นในภายหลัง การต่อ FLEXIBLE AIR DUCT เข้าที่หน้ากากลมเย็น ให้จัดทำ TRANSFER BOX ทำด้วยเหล็กอาบสังกะสีความหนาไม่น้อยกว่า # 22 ความกว้างและความยาวให้เหมาะสมกับคอของหน้ากากลมเย็น โดยสามารถเชื่อมเข้ากับ FLEXIBLE ROUND DUCT ได้ความสูงประมาณ 30 เซนติเมตร หุ้มภายนอกด้วยความร้อนแบบเดียวกับงานท่อลม
- 2.2.2 FLEXIBLE ROUND AIR DUCT ให้เป็น SPIRAL WIRE REINFORCED ALUMINIUM AIR DUCT ชนิด DOUBLE PLY แบบไม่ติดไฟ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตามที่ระบุไว้ในแบบหุ้มฉนวนกันความร้อนแบบเดียวกับงานท่อลมอัดแน่นติดกับท่อลมด้วยเข็มขัดรัดท่อ เพื่อป้องกันลมรั่ว การหุ้มฉนวนให้หุ้มสำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิต

2.3 ฉนวนหุ้มท่อลม

- 2.3.1 ท่อส่งลมทั้งหมด จะต้องหุ้มด้วยฉนวน Closed Cell Insulation ภายนอกท่อลมและท่อลมกลับ ที่เดินจาก Return AirGrille ไปยังตัวเครื่องควบคุมอากาศปลอดเชื้อความหนาของฉนวนจ่ายหรือท่อลมจ่าย 3/4 " ลมกลับ 1/2 " ตามระบุในแบบ และท่อลมสำหรับระบายอากาศต่างๆ ไปไม่ต้องหุ้มฉนวน แต่ท่อลมสำหรับระบายอากาศที่ดูดลมมาจากห้องปรับอากาศต้องหุ้มฉนวนเหมือนท่อส่งลมเย็น ยกเว้นที่เดินในช่องลมกลับฉนวนจะต้องใช้ฉนวน Closed Cell Insulation หนาอย่างน้อย 1/2 นิ้ว ต้องมีคุณสมบัติดังนี้
- ฉนวนหุ้มท่อส่งลมเย็น จะต้องใช้ Closed Cell Elastomeric Foam ซึ่งไฟไม่ลาม (Self Extinguishing)
 - ฉนวนที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามต้องการต่อไปนี้
 - ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (Thermal Conductivity) ไม่เกิน 0.27 Btu/hr sq.ft(F/in) ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 75° F หรือ 0.037 W/M.K ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 24°C ตามมาตรฐาน ASTM C177
 - ค่าการดูดซึมน้ำ (Water Absorption) ต้องมีค่าไม่เกิน 5% โดยน้ำหนัก ตามมาตรฐาน ASTM D1056
 - ค่าการแทรกซึมความชื้น (Water Vapor Permeability, WVP.) ต้องมีค่าไม่เกิน 0.10 Perm-Inch ตามมาตรฐาน ASTM E96
 - ค่าการต้านทานความชื้น (Moisture Resistance) ต้องมีค่ามากกว่า 5,000 ตามมาตรฐาน DIN 52615
 - ค่าการลามไฟ (Flame Spread) มีค่าไม่เกิน 25 ตามมาตรฐาน ASTM E84

- ค่าปริมาณควัน (Smoke Developed) มีค่าไม่เกิน 50 ตามมาตรฐาน ASTM E84
- ความหนาแน่น 3-6 ปอนด์/ลบ.ฟุต
- อุณหภูมิใช้งาน -20°C ถึง 105°C หรือ -4°F ถึง 220°

2.4 หน้ากากลม

- 2.4.1 หน้ากากลม DIFFUSER SLOT DIFFUSER REGISTER และ GRILLE ทั้งหมดให้เป็นแบบ ANODIZED EXTRUDED ALUMINIUM ขนาดและตำแหน่งเป็นไปตามที่กำหนดในแบบ ขนาดที่กำหนดของหน้ากากลม เป็นขนาด NECK SIZE ยกเว้นจะมีระบุให้เป็นอย่างอื่น
- 2.4.2 หน้ากากลม DIFFUSER, SLOT DIFFUSER, REGISTER และ GRILL ทั้งหมดให้เป็นไปตามแบบของ WATERLOO, TITUS, TUTTLE & BAILEY และ HART & COOLEY
- 2.4.3 SUPPLY AIR DIFFUSER ให้เป็นแบบชนิด SWIRLTYPE และ PERFORTED ตามแต่จะกำหนดในแบบ และต้องจัดให้มี OPPOSED BLADES VOLUME DAMPER ทำด้วย EXTRUDED ALUMINIUM
- 2.4.4 SLOT DIFFUSER ให้มีจำนวน SLOT เป็นไปตามที่กำหนดในแบบ มีแผ่นปรับ (ADJUSTABLE PATTERN CONTROLLER) ปรับได้ 180 องศา ตลอดแนว SLOT ทำด้วย EXTRUDED ALUMINIUM แผ่นปรับให้เป็นแบบ SINGLE LEAF หรือ DOUBLE LEAF DAMPER
- 2.4.5 REGISTER เป็นแบบ 4 WAY ADJUSTABLE DOUBLE DEFLECTION TYPE จัดเป็น 2 แถวตามแนวนอนและแนวตั้ง ปรับได้อย่างอิสระให้มี OPPOSED BLADES VOLUME DAMPER ทำด้วย EXTRUDED ALUMINIUM การติดตั้งจะต้องจัดให้มีปะเก็นระหว่างท่อลม และ REGISTER
- 2.4.6 EXHAUST AIR GRILLE ให้เป็นแบบ ONE WAY DEFLECTIO TYPE ทำมุมเอียงประมาณ 45 องศาและคลุมทับด้วย INSECT SCREEN ตรงทางออก
- 2.4.7 FRESH AIR GRILLE ให้เป็นแบบ DOUBLE FRAME มี PIVOT HINGE สามารถถอดชุด GRILLE ได้โดยไม่ทำให้ผ้าเพดานเสียหาย แบบให้เป็นชนิด ONE DEFLECTION TYPE ทำมุมเอียงประมาณ 45 องศา มี OPPOSED BLADES VOLUME DAMPER ทำด้วย EXTRUDED ALUMINIUM แบบ KEY-OPERATE และคลุมทับด้วย INSECT SCREENS
- 2.4.8 RETURN AIR GRILLE ให้เป็นแบบ PERFORTED GRILLE มี PIVOT HINGE สามารถถอดชุด GRILLE ได้โดยไม่ทำให้ผ้าเพดานเสียหาย และมี OBVD ไว้ใช้ในการปรับแต่งลม
- 2.4.9 หน้ากากลมที่ติดอยู่ผนังภายนอกอาคาร ให้ใช้แบบที่กันน้ำกระเซ็นเข้ามาใช้ พร้อมกับติดตะแกรงกันแมลง

หมวดที่ 3 ระบบควบคุม (DDC. Control for Clean room Control Unit)

3.1 ข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะ DDC (Digital Direct Control) และหน้าจอควบคุมแสดงผล

3.1.1 คุณสมบัติและรายละเอียดการทำงาน DDC

- ใช้ระบบปฏิบัติการทั่วไป ที่มีความเร็วซีพียู 200 MHZ ไมโครโปรเซสเซอร์ 32 bit เป็นอย่างน้อย
- มีหน่วยความจำ RAM 32 MB และหน่วยความจำที่สามารถจัดเก็บข้อมูล (Flash Memory) 128 MB หรือมากกว่า
- ใช้รูปแบบภาษาในการเขียนโปรแกรมดังนี้ FC: Flow Chart, LD: Ladder Diagram, FBD:

Function Block Diagram, SFC: Sequential ,ST: Structured Text และ IL: Instruction List
ตามมาตรฐาน IEC61131

- มี Input/Output ไม่น้อยกว่า ดังนี้ Analog Input 10 config, Analog Output 6 config, Digital Input 20 config และ Digital/Relay Output 15 config
- มีระบบสื่อสาร BACNet ตามมาตรฐาน ASHRAE
- มีพอร์ต RS485 Modbus Master/Slave สำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ ได้
- มีพอร์ต CANBus, Ethernet, USB
- สามารถจำลองการทำงาน ดูสถานะการทำงานต่างๆ ผ่านคอมพิวเตอร์ได้
- สามารถเชื่อมต่อเครือข่ายเน็ตเวิร์คแบบ Intranet หรือ Internet ได้
- สามารถเชื่อมต่อกับจอแสดงผลแบบกราฟิก หรือจอแบบสัมผัส (Touch Screen) ได้

3.1.2 คุณสมบัติและรายละเอียดการทำงาน หน้าจอบู๊ตอัพแสดงผล

- จอแสดงผลแบบสัมผัส TFT-LCD, ขนาด 7 นิ้ว, 800x480 pixels, LED backlight เป็นอย่างน้อย
- จอแสดงผลแบบสัมผัส TFT-LCD, ขนาด 15 นิ้ว, 800x480 pixels, LED backlight เป็นอย่างน้อย สำหรับห้องผ่าตัดปลอดเชื้อ
- ความเร็วซีพียู 400 MHz หน่วยความจำ RAM 128 MB และหน่วยความจำที่สามารถจัดเก็บข้อมูล (Flash Memory) 80 MB เป็นอย่างน้อย
- รองรับการเพิ่มหน่วยความจำภายนอก SD Card
- มีพอร์ต RS485/232 จำนวน 2 พอร์ตเป็นอย่างน้อย สำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ ได้
- มีพอร์ต Ethernet สำหรับเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ เพื่อโหลดโปรแกรมแสดงผล และจำลองการ

ทำงาน

- มีฟังก์ชัน Data Logger ในตัว และสามารถเรียกดูข้อมูลในรูปแบบกราฟได้
- สามารถส่งสัญญาณเตือนผ่านทาง E-mail ได้ (Option)
- สามารถรีโมทหน้าจอแสดงผลผ่านทาง PC Tablet หรือ Smartphoneได้ (Option)
- สามารถเชื่อมต่อเครือข่ายเน็ตเวิร์คแบบ Intranet หรือ Internet ได้
- หน้าจอแสดงผลแบบสัมผัส ได้ระดับป้องกัน IP65
- ผ่านการรับรองมาตรฐาน UL, CE และ Marine

3.2 คุณลักษณะของอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบ Blower เครื่องควบคุมสถานะอากาศ

อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ ให้ใช้กับระบบไฟฟ้า 380V/3 Phase/50 Hz และต้องมี

คุณลักษณะดังนี้:-

Technical Detail

Solid State AC Control Pulse Width Modulation

Supply Voltage : 3-phase, 380/480 V +10% - 15%

Supply Frequency : 48/63 Hz

Frequency Range : 0-500 Hz

Built in DC Harmonic Filter

1 Rotational Direction

Acceleration/Deceleration Time 0.1 -1800 SEC

Display: Digital

Ground Fault Protection

Protection Over Current

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

Operating area

- Temperature : -15 to 40°C
- Humidity 5 to 95%, no condensation

Inbuilt EMC Filter

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

Emissions up to 25%

Automatic Start Boost

Remote, Fail Signal and Auto Reset

Voltage/Frequency Ratio Adjustment

Preset Speed

Control Signal 4-20 mA. OR 0-10 Vdc.

Degree of Protection classes: IP 21

3.3 Sensor สำหรับระบบควบคุมสภาวะอากาศ

3.3.1 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น

คุณสมบัติและรายละเอียดการทำงาน

- เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นแบบดิจิตอล
- ช่วงการวัดค่าอุณหภูมิ -40 ถึง +80 °C
- ช่วงการวัดค่าความชื้น 1 ถึง 99% RH
- สามารถโปรแกรมเพื่อปรับค่าชดเชยได้ (Calibrate)
- มี LED แสดงสถานการณ์ทำงาน
- มีพอร์ต RS485 Modbus สำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ
- สามารถใช้เป็นอุปกรณ์เพื่อคอนโทรลค่า Dew Point ได้
- มีสัญญาณ Digital Input, Digital Output และ Analog Output เพื่อใช้ในการ

คอนโทรล

- สามารถต่อเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิภายนอกได้ (Remote Temperature)
- อุปกรณ์สามารถเชื่อมต่อโดยใช้สัญญาณ RS485 ได้สูงสุด 32 ตัว
- ใช้ไฟเลี้ยง 12-24 Vac หรือ 12-40 Vdc

3.3.2 Diff. Pressure switch

Technical Detail:

- Service Life: Over 10,000,000 Switching Operation
- Electric rating: max. 1.0 A (0.4 A) / 250 Vac
- Ambient Temperature: -20+85 °C.
- Protection Standard: IP54

3.3.3 Diff. Pressure Gauges

Technical Detail:

- Accuracy: $\pm 2\%$ of FS ($\pm 3\%$ on - 0, -100 Pa, -125 Pa, 10MM and $\pm 4\%$ on - 00, -60 Pa, -6MM ranges), throughout range at 70°F (21.1°C).
- Ambient Temperature: -6.67to+60 C.
- Zero Point adjustment screw: external in the plastic cover
- Mounting: surface mounting or flush mounting
- Mounting position: Vertical

3.3.4 Diff. Pressure air flow sensor

Technical Detail:

- Accuracy: $\pm 1.0\%$ of FS
- Measuring setup rang: >2500 Pa.
- Supply voltage: 18-35VDC/24VAC. $\pm 10\%$
- Output signals: 0-10V, Relay output (250VAC/30VDC 6A.)
- Ambient Temperature: -10 to +50 C.
- Response time: 100 ms or 1 sec.
- Protection Standard: IP54
- Standards / Conformance: EN60770, EN61326

3.3.5 Room Pressure sensor

Technical Detail:

- Accuracy: $\pm 1\%$.
- Measuring setup: Full range 0 to 100 Pa, 0 to 250 Pa, 0 to 500 Pa, 0 to 750 Pa or 0 to 1000 Pa
- Supply voltage: 16-30 VDC/VAC.
- Output signals: 0-10 V.
- Ambient Temperature: -10 to +60 °C.
- Response time: 0.5-4 S.
- Protection Standard: IP54

3.4 ระบบศูนย์รวมการควบคุมเครื่องปรับอากาศของห้องสะอาด(Plantvisor For Cleanroom System)ให้ติดตั้งระบบการจัดการแยกจากระบบBAS ของอาคาร

3.4.1 คุณสมบัติทั่วไป

ระบบศูนย์รวมการควบคุมเครื่องปรับอากาศของห้องปฏิบัติการ เป็นระบบที่สามารถสังเกตการณ์และปรับตั้งการทำงานของระบบปรับอากาศของห้องปฏิบัติการทั้งหมด พร้อมทั้งเก็บบันทึกข้อมูลการทำงานและดูข้อมูลการทำงานย้อนหลังได้

3.4.1.1 สามารถ สั่งการ และ Monitor สภาวะอากาศของห้องปฏิบัติการทั้งหมด เช่นอุณหภูมิความชื้นแรงดันอากาศพร้อมแจ้งเตือนเมื่อสภาวะห้องปฏิบัติการไม่เป็นไปตามสภาวะที่กำหนด

3.4.1.2 สามารถเชื่อมโยงระบบ ACCESS CONTROL ได้ในอนาคต

3.4.1.3 สามารถเชื่อมโยงระบบ FIRE ALARM ได้ในอนาคต

3.4.2 ข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของระบบชุดควบคุมแบบรวมศูนย์ห้องปฏิบัติการ

3.4.2.1 สามารถบันทึกจัดเก็บข้อมูลการทำงานของระบบเครื่องควบคุมสภาวะอากาศสะอาดได้

3.4.2.2 สามารถเรียกดูค่าได้โดยตรงจากจอแสดงผลของเครื่อง และมีปุ่มกดไม่น้อยกว่า 8 ปุ่ม

3.4.2.3 สามารถเรียกดูข้อมูลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ในรูปแบบกราฟ และ Export ข้อมูลเป็น Excel ได้

3.4.2.4 รองรับการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ได้ทั้งแบบ Local, LAN, Internet ได้

3.4.2.5 สามารถเชื่อมต่อผ่าน PDA, Smartphone เพื่อดูค่า และสั่งงานระบบได้

3.4.2.6 มีฟังก์ชันแสดงผลแบบแผนผัง (Layout) แสดงค่าสถานะของพื้นที่ใช้งานในส่วนต่างๆตามแผนผัง

3.4.2.7 สามารถแสดงสถานะการทำงานของระบบเครื่องควบคุมสภาวะอากาศสะอาดได้ทั้งหมด

3.4.2.8 สามารถปรับตั้งค่าการทำงานของระบบเครื่องควบคุมสภาวะอากาศสะอาดได้ทั้งหมด

หมวดที่ 4 วัสดุท่อสำหรับระบบปรับอากาศ (Pipe and Fitting Material)

4.1 ความต้องการทั่วไป

4.1.1 วัสดุท่อน้ำ ข้อต่อท่อน้ำและอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการติดตั้งสำหรับระบบปรับอากาศ จะต้องได้มาตรฐานตามข้อกำหนด และในรายละเอียดของหมวด “วัสดุท่อน้ำระบบปรับอากาศ” และจะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานเสียก่อนจึงจะนำมาใช้ในการติดตั้งได้

4.1.2 วัสดุท่อน้ำและข้อต่อต่างๆ ก่อนนำไปติดตั้ง จะต้องได้รับการทาสีป้องกันสนิมเสียก่อนตามรายละเอียดของหมวด “การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี” และสีจะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานเสียก่อนจึงจะนำมาใช้งานได้

4.2 ท่อน้ำเย็น และข้อต่อ (Chilled Water Pipe and Fitting)

- 4.2.1 ท่อน้ำเย็น (Chilled Water Pipe) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 650 มิลลิเมตร (26 นิ้ว) และใหญ่กว่ากำหนดให้ใช้เป็นท่อเหล็กดำ (Black Steel Pipe) แบบ Spiral Welded Pipe ผนังท่อมีความหนา 9.5 มิลลิเมตร ตามมาตรฐาน AWWAC200
- 4.2.2 วัสดุข้อต่อท่อน้ำ (Pipe Fitting) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 650 มิลลิเมตร (26 นิ้ว) และใหญ่กว่า เช่นสามทางตรงสามทางลด สามทางวาย ข้องอข้อโค้ง และข้อลดอนุญาตให้ใช้วัสดุท่อดังกล่าว ข้างต้นนำมาตัดเป็นชิ้นส่วนและเชื่อมประกอบเป็นรูปข้อต่อต่างๆ ได้ หรือจะใช้ Weld-O-Let ช่วยในการประกอบสามทางก็ได้เช่นกัน แต่ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบ Shop Drawing แสดงวิธีการตัดประกอบ และการเชื่อม ให้วิศวกรควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการประกอบและติดตั้ง สะเก็ดรอยเชื่อมและสนิมต่างๆ จะต้องถูกกำจัดออกให้หมดก่อนทำสีกันสนิมและสีรองพื้น
- 4.2.3 ท่อน้ำเย็น (Chilled Water Pipe) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 600 มิลลิเมตร (24 นิ้ว) และเล็กกว่ากำหนดให้ใช้เป็นท่อเหล็กดำ (Black Steel Pipe) ชนิด ERW Seamed Pipe มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน API-5L หรือ ASTM A-53 Grade A หรือ Grade B ความหนาไม่น้อยกว่า Schedule 40 ท่อทุกท่อจะต้องทำปลายท่อแบบ Bevel End และพินพรหัสเครื่องหมายมาตรฐาน และขนาดระบุลงบนตัวท่อสำหรับท่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเกิน 10 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว)
- 4.2.4 วัสดุข้อต่อท่อน้ำ (Pipe Fitting) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 600 มิลลิเมตร (24 นิ้ว) และเล็กกว่ากำหนดให้ใช้ Standard Weight Fitting ตามรายละเอียดต่อไปนี้ ท่อน้ำและข้อต่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่า สามารถต่อแบบเกลียวได้ ท่อน้ำและข้อต่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) จนถึง 600 มิลลิเมตร (24 นิ้ว) ให้ต่อด้วยวิธีเชื่อม (Welded Joints) หรือการต่อด้วยหน้าแปลน (Flanged Connections) หน้าแปลนใช้ Forged-Steel แบบ Slip-On, Welding Neck หรือ Socket Welding มาตรฐาน BS10Table F มาตรฐาน ANSIB16.5 (BS1560) ปะเก็นใช้ Natural Rubber หรือ Asbestos อุปกรณ์ประกอบท่อแบบ Union ใช้แบบ Ground Joint Bronze or Brass to Iron Seat ข้อต่อท่อน้ำ (Pipe Fitting) จะต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของ Working Pressure

4.3 ท่อน้ำคอนเดนเซอร์ และข้อต่อ (Condenser Water Pipe and Fitting)

- 4.3.1 ท่อน้ำคอนเดนเซอร์ (Condenser Water Pipe) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 650 มิลลิเมตร (26 นิ้ว) และใหญ่กว่าโดยทั่วไปกำหนดให้ใช้เป็นท่อเหล็กดำแบบ Spiral Welded Pipe ผนังท่อมีความหนา 9.5 มิลลิเมตร ตามมาตรฐาน AWWAC200
- 4.3.2 วัสดุข้อต่อท่อน้ำคอนเดนเซอร์ (Pipe Fitting) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 650 มิลลิเมตร (26 นิ้ว) และใหญ่กว่า เช่นสามทางตรง สามทางลด สามทางวาย ข้องอ ข้อโค้ง และข้อลดอนุญาตให้ใช้วัสดุท่อดังกล่าวข้างต้นนำมาตัดเป็นชิ้นส่วน และเชื่อมประกอบเป็นรูปข้อต่อต่างๆ ได้ หรือจะใช้ Weld-O-Let ช่วยในการประกอบสามทางก็ได้เช่นกัน แต่ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบ Shop Drawing แสดงวิธีการตัดประกอบ และการเชื่อมให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการประกอบและติดตั้ง สะเก็ดรอยเชื่อม และสนิมต่างๆ จะต้องถูกกำจัด

ออกให้หมดก่อนทำสีกันสนิม และสีรองพื้น

- 4.3.3 ท่อน้ำคอนเดนเซอร์ (Condenser Water Pipe) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 600 มิลลิเมตร (24 นิ้ว) และเล็กกว่ากำหนดให้ใช้เป็นท่อเหล็กดำ (Black steel Pipe) ชนิด ERW Seamed Pipe มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน API-5L หรือ ASTM-A53 Grade A หรือ grade B ความหนาไม่น้อยกว่า Schedule 40 ท่อทุกท่อจะต้องทำปลายท่อแบบ Bevel End และพิมพรหัสเครื่องหมายมาตรฐาน และขนาดระบุลงบนตัวท่อสำหรับท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเกิน 10 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว)
- 4.3.4 วัสดุข้อต่อท่อน้ำคอนเดนเซอร์ (Pipe Fitting) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 600 มิลลิเมตร (24 นิ้ว) และเล็กกว่ากำหนดให้ใช้ Standard Weight Fitting แบบเชื่อม หรือแบบต่อดว้ยเกลียวท่อน้ำและข้อต่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร และเล็กกว่าสามารถต่อบนเกลียวได้ ท่อน้ำและข้อต่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) จนถึง 600 มิลลิเมตร (24 นิ้ว) ให้ต่อดว้ยวิธีเชื่อม (Welded Joints) หรือการต่อดว้ยหน้าแปลน (Flanged Connections) หน้าแปลนใช้ Forge -Steel แบบ Slip-On, Welding Neck หรือ Socket Welding ตามมาตรฐาน BS10Table F มาตรฐาน ANSIB16.5 (BS1560) ปะเก็นใช้ Natural Rubber หรือ Asbestos อุปกรณ์ประกอบท่อแบบ Union ใช้แบบ Ground Joint Bronze or Brass to Iron Seat ข้อต่อท่อน้ำ (Pipe Fitting) จะต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของ Working Pressure ท่อน้ำคอนเดนเซอร์ และข้อต่อทั้งหมดบริเวณหอระบายความร้อนให้ใช้เป็นท่อ ABS หรือ HDPEPN 10 โดยท่อ ABS หรือ HDPE ต้องมีคุณสมบัติในการป้องกันกันรังสี UV ได้โดยจุดต่อระหว่างท่อ ABS หรือ HDPE กับท่อเหล็กดำให้อยู่ภายในอาคารไม่น้อยกว่า 2 เมตรจากผนัง หรือตามความเห็นชอบของวิศวกรผู้ควบคุมงาน

หมวดที่ 5 ฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็น

5.1 ข้อกำหนดทั่วไป

ท่อน้ำเย็นต้องได้รับการทดสอบรอยรั่ว และทาสีกันสนิมโดยเรียบร่อยก่อนหุ้มฉนวนการหุ้มฉนวนท่อน้ำเย็น จะต้องหุ้มท่อตลอดแนวท่อ แมในช่วงที่ท่อเดินผ่านผนัง กำแพง และพื้น รวมทั้งบริเวณที่ท่อสวมต่อเข้ากับข้อต่อหน้าแปลนของวาลวต่างๆจะต้องหุ้มฉนวนให้แนบติดผิวท่อไม่มีโพรงอากาศซึ่งอยู่ภายในอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต่อในระบบท่อน้ำเย็นที่จะมีหยดน้ำที่กลั่นตัวจับเกาะ (Condensation) ให้หุ้มทับด้วยฉนวน และมีความหนาแบบเดียวกับฉนวนหุ้มท่อน้ำที่ติดตั้งอุปกรณ์นั้น

5.2 ฉนวนชนิด EPDM

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

คุณสมบัติของฉนวน (INSULATION PROPERTIES)

รายละเอียด	คุณสมบัติ	มาตรฐานการตรวจสอบ
ชนิดวัสดุ	ยางสังเคราะห์ EPDM โครงสร้างเซลปิด NON-POLAR	-
ความหนาแน่น (lbs./ft ³) กก./ม ³ (kg/m ³)	3-6 (48-96 kg/m ³)	ASTMD 1667
ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน BTU .in/ft ² .hr. °F	0.25 (0.037 W/mk) ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 75 °F (24°C)	ASTM C 177, JIS A 1412 DIN 52613
ค่าแทรกซึมความชื้น (perm-in) ค่าการต้านความชื้น (μ)	ไม่เกิน 0.10 μ ≥ 7000	ASTM E 96, C 355 DIN 52615
สภาพการติดไฟ	ไฟดับได้เอง ไฟดับได้เอง และไม่เกิดหยด ไฟ (V0) 25/50	ASTM D 635 UL 94 ASTM E 84
	CLASS 5.3	EMPA
ปริมาณไนโตรล (NITRILE CONTENT)	0	ไม่ทำให้เกิด HCN (ไอโดร เจนไซยาไนด์) จากการ เผาไหม้
รายละเอียด	คุณสมบัติ	มาตรฐานการตรวจสอบ
ปริมาณไนโตรซามีน (NITROSAMINE)	ไม่พบ	US.FDA
ค่าการดูดซึมน้ำ (ร้อยละ โดยน้ำหนัก)	≤5	ASTM D 1056
ป้องกันก๊าซโอโซน/UV	ดีมาก	ASTM D 1171

ขนาดความหนาใช้ (THICKNESS OF INSULATION) ฉนวนที่ใช้ต้องมีความหนาเพียงพอ เพื่อป้องกันการเกิด
หยดเหงื่อ(CONDENSATION) บนผิวฉนวน เมื่อทำให้น้ำเย็นมีอุณหภูมิที่ผิวต่อ 44°F และสภาพอากาศมีความชื้น
ไม่เกิน 85% RHที่อุณหภูมิห้อง 90 °F ฉนวนที่ใช้ควรมีความหนาไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับรายการต่อไปนี้

รายการ	ขนาดท่อ	ความหนาแน่น
เครื่องทำน้ำเย็น (CHILLER)	-	1 1/2" (38 mm.)
ปั๊มน้ำเย็น (CHILLED WATER PUMP)	-	1 1/4" (38 mm.)
ท่อน้ำเย็น (CHILLED WATER PIPE LINE)	ไม่เกิน 1"IPS 1 1/4 "IPS – 3 "IPS 3 1/4" ขึ้นไป	32 mm. 38 mm. 50 mm.
ท่อน้ำทิ้ง (CONDENSATE DRAIN PIPE)	ไม่เกิน 3 "IPS 3 "ขึ้นไป	20 mm. 32 mm.

- การหุ้มฉนวนท่อน้ำเย็น จะต้องหุ้มท่อตลอดแนวท่อ แม้ในช่วงที่ท่อเดินลอด ที่ท่อสวมสอดตามข้อต่อหน้าแปลนวาล์วต่างๆ ฉนวนจะต้องหุ้มให้แนบติดผิวท่อไม่มีโพรงอากาศซึ่งอยู่ภายใน
- อุปกรณ์ต่างๆ ที่ต่อในระบบท่อน้ำเย็นที่จะมีหยดน้ำที่กลั่นตัวจับเกาะ (COLD SURFACE) ให้หุ้มทับด้วยฉนวน และมีความหนาแบบเดียวกับฉนวนหุ้มท่อน้ำ หลังจากหยดน้ำแห้งสนิทแล้ว

5.3 การติดตั้ง

- 5.3.1 ก่อนการหุ้มฉนวนจะต้องทำความสะอาดผิวนอกของท่อเป็นอย่างดี ไม่มีคราบน้ำปูน หรือสะเก็ดวัสดุอื่นจับติดอยู่ที่จะทำให้ผิวท่อขรุขระรอยเชื่อมที่เป็นคลื่นมากต้องแต่งให้เรียบ
- 5.3.2 ใช้กาวตามที่ผู้ผลิตฉนวนชนิดนั้นแนะนำ ทาตรงรอยต่อของฉนวนและประกบติดให้สนิท รอยต่อจะต้องได้แนวเรียบรอยไม่เอียงหรือคด ฉนวนที่หุ้มตัวอุปกรณ์ต่างๆ จะต้องทากาวที่ผิวฉนวนและผิวอุปกรณ์ก่อนมีการหุ้มฉนวน โดยฉนวนต้องหุ้มทับให้เข้ารูปอุปกรณ์อย่างเรียบรอย และไม่มีโพรงอากาศซึ่งอยู่ภายใน
- 5.3.3 ฉนวนที่เลือกใช้อาจเป็นแบบ Per-Formed Tube หรือแบบ Sheet โดยเลือกใช้ตามความเหมาะสมของความหนาของฉนวนและขนาดท่อ รอยต่อของฉนวนจะต้องไม่มีรอยพับหรือรอยหักเกิดที่ด้านวงในของฉนวนที่หุ้มรอบ ท่อน้ำและรอยต่อจะต้องไม่เป็นรอยบากรูปตัว V ยกเว้นท่อเล็กกว่าเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 มิลลิเมตร (3 นิ้ว)
- 5.3.4 ฉนวนที่หุ้มแล้วจะต้องมีความตึงพอดีไม่หลวมหรือคับจนสังเกตได้ชัด และห้ามใช้ฉนวนแบบ Per- Formed Tube ที่มีขนาดใหญ่กว่าท่อที่จะหุ้ม
- 5.3.5 บริเวณที่ติดตั้งอุปกรณ์แขนท่อนหรือรองรับท่อ ให้ใช้ชั้น Rigid PU Foam (Fire Retardant) หรือ Neoprene Rubber รองรับท่อตรงบริเวณที่ติดตั้งอุปกรณ์แขนท่อนหรือรองรับท่อ โดยความหนาของ Rigid PU Foam (Fire Retardant) หรือ Neoprene Rubber เท่ากับความหนาของฉนวนที่หุ้มท่อนั้น ความยาวของชั้น Rigid PU Foam (Fire Retardant) หรือ Neoprene Rubber ตามแนวท่อไม่เกิน 0.15 เมตร (6 นิ้ว) และให้หุ้มทับด้วยฉนวนแบบ Closed Cell ความหนา 13 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) อีกชั้นหนึ่ง ก่อนที่จะรองรับข้างใต้ด้วยแผ่นสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร (0.06 นิ้ว) โดยความยาวของฉนวนและแผ่นสังกะสีให้

ยาวเลยส่วนที่เป็น Rigid PU Foam (Fire Retardant) หรือ Neoprene Rubber ขางละ 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว)

- 5.3.6 ถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น การรองรับท่อน้ำเย็นที่หุ้มฉนวนด้วยที่แขวนท่อจะเป็นไปตามข้อ 13.3.5 หรือสามารถใช้ Rigid PU Foam (Fire Retardant) หรือ Neoprene รองรับท่อตรงบริเวณที่แขวนท่อแทนได้โดยความหนาของ Rigid PU Foam (Fire Retardant) หรือ Neoprene เท่ากับความหนาของฉนวนที่หุ้มท่อนั้น ความกว้างของ Rigid PU Foam (Fire Retardant) หรือ Neoprene เท่ากับความกว้างของที่แขวนท่อ และให้หุ้มทับ Rigid PU Foam (Fire Retardant) หรือ Neoprene ด้วยฉนวน Closed Cell Insulation หนา 13 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) อีกชั้น
- 5.3.7 ฉนวนที่เก็บกองไว้ไม่ถูกวิธี เสียรูป ฉีกขาด ผิดลอก หรือสกปรก จะถูกตัดทิ้งไม่อนุญาตให้นำมาใช้ในการติดตั้งโดยเด็ดขาด ฉนวนที่หุ้มท่อและอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว แต่ได้รับความเสียหายมีรอยถลอกรอยกรีดฉีกขาดหลายแห่งเป็นเนื้อที่มากกว่า 5% ของพื้นที่ฉนวนส่วนที่ยังมีสภาพดี ในบริเวณนั้นผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนฉนวนให้ใหม่ และจะไม่อนุญาตให้ทำการปะซ่อม หรือหุ้มฉนวนทับอย่างเด็ดขาด
- 5.3.8 ท่อที่หุ้มฉนวนแบบ Closed Cell Insulation ที่ติดตั้งอยู่ภายนอกอาคาร และหรือบน Pipe Bridge จะต้องหุ้มด้วยแผ่นสังกะสีความหนาไม่น้อยกว่า 0.45 มิลลิเมตร ทับอีกชั้นหนึ่ง และต้องมีการทำสีตามที่ระบุในรายละเอียดประกอบแบบหมวด “การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรื้อสสี” หรือให้ใช้ระบบท่อหุ้มฉนวนสำเร็จรูป (Pre insulated pipe)

5.4 ฉนวนสำหรับท่อน้ำเย็น และอุปกรณ์

- 5.4.1 ถ้าไม่ได้กำหนดรูปแบบ ให้หุ้มท่อน้ำเย็นด้วยฉนวนแบบ CLOSED CELL RUBBER INSULATION ความหนาตามที่กำหนดไว้ในตาราง 1 ข้างล่าง แล้วปิดทับด้วยแผ่น CLOSE CELL RUBBER หนา 1/2” ตรงรอยต่อและต้องมีแผ่นเหล็กฉาบสังกะสีเป็น ARC ไม่ต่ำกว่า USSG#18 ยาว 6 นิ้ว รองระหว่าง HANGER และฉนวน (ดูรายละเอียดในตารางที่ 1 ข้างล่าง) และตรงที่มีการยึดอื่นๆ (นอกเหนือจาก HANGER) ในการหุ้มฉนวนจะต้องพยายามให้มีรอยต่อน้อยที่สุด รอยต่อจะต้องใช้กาวยางดีทาเชื่อมต่อกันให้สนิท และมีแถบฉนวนกว้างไม่ต่ำกว่า 3 นิ้ว หนา 1/2 นิ้ว ปิดทับอีกชั้นหนึ่ง ฉนวนหุ้มท่อสำหรับท่อน้ำเย็นที่เดินอยู่บริเวณภายในอาคารที่ไม่มีฝ้าเพดาน ยกเว้นภายในห้องเครื่องส่งลมเย็นและห้องปั๊ม จะต้องมีแผ่น PVC PLASTIC หรือ Jack Tape หุ้มทับให้สนิทอย่างดี ฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็นภายนอกอาคาร หรือบนดาดฟ้าที่ไม่มีหลังคาปิด ให้หุ้มด้วยแผ่นอลูมิเนียม รีดรอยต่อเป็นตะเข็บแบบนูน

ตาราง -1

ขนาดท่อน้ำดื่ม ฉนวน (นิ้ว)	ความหนาของ ฉนวน (นิ้ว)	ความยาว (นิ้ว)	(USSG#)
1/2 -1	1 1/4	6	18
1 1/4- 3	1 1/2	6	18
4-8	2	6	18
10-24	2	6	18

5.4.2 ฉนวนหุ้มท่อน้ำทิ้ง ให้ใช้ CLOSE CELL RUBBER หนา ½ นิ้ว หุ้มท่อน้ำทิ้ง

หมวดที่ 6 การติดตั้งท่อน้ำระบบปรับอากาศ (Piping Installation)

6.1 ความต้องการทั่วไป

- 6.1.1 เนื่องจากเป็นความประสงค์ของแบบที่ไม่ต้องการแสดงรายละเอียดการติดตั้งไว้ทุกประการ จำนวนข้อต่อท่อการทำจุดยึดหัวหรือวาลวต่างๆ ที่ต้องทำเพิ่มเติมจากการจัดหลบแนวท่อ เพื่อให้ได้ระบบการเดินท่อที่ถูกต้องสมบูรณ์ตามที่ระบุในข้อกำหนดอื่นๆ และในแบบไม่พบปัญหากับงานอื่นๆ เป็นส่วนของผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบและไม่สามารถคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจากผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการได้
- 6.1.2 แบบท่อน้ำระบบปรับอากาศเป็นเพียงแผนภูมิแสดงให้เห็นแนวทางการเดินท่อน้ำส่วนการเดินท่อและจัดท่อน้ำจริง หรือเพื่อความสะดวกง่ายต่อการเข้าถึงทุกส่วนของท่อ เนื่องจากข้อกำหนดจากขนาดของแบบช่วงหักเลี้ยวหลบข้อต่อวาลว อาจจะได้ไม่ได้แสดงไว้ในแบบ นอกจากนั้นผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบสถาปัตย์ แบบโครงสร้าง แบบระบบปรับอากาศ แบบระบบป้องกันเพลิงไหม้ แบบระบบสุขาภิบาลและแบบระบบไฟฟ้าเพื่อตรวจสอบผนัง ฝ้า เพดาน คาน ที่ตั้งของช่องท่อ (Pipe Shaft) และข้อขัดแย้งจากงานอื่นๆ เพื่อการหักท่อน้ำหลบติดตั้งวาลวข้อต่อต่างๆ เท่าที่จำเป็นกับสภาพนั้นๆ
- 6.1.3 การติดตั้งท่อน้ำจะต้องเป็นไปโดยถูกต้องโดยการวัดขนาดความยาวแท้จริง ณ สถานที่ติดตั้ง การติดตั้งจะต้องไม่ก่อให้เกิดแรงกดดันกับระบบท่อต้องอยู่ห่างจากประตูหน้าต่าง และช่องเปิดอื่นๆ
- 6.1.4 การติดตั้งท่อน้ำ จะต้องปล่อยให้มีการยึดและหดตัวโดยไม่เกิดความเสียหายต่อข้อต่อต่างๆ และอุปกรณ์
- 6.1.5 ท่อน้ำในแนวดิ่งจะต้องยึดให้แน่นกับแนวผนังหรือเสาและต้องเป็นแนวตรง ผงตะไบฝุ่นต่างๆ จะต้องกวาดออกจากภายในท่อให้หมดผิวนอกท่อเหล็กกล้าดำต้องทาสีกันสนิมอย่างน้อย 2 ชั้น
- 6.1.6 ท่อน้ำต้องติดตั้งให้มีแนวเอียงลาดเพียงพอแก่การระบายน้ำทิ้ง (Draining) หรือระบายอากาศออก (Venting)
- 6.1.7 ปลายเปิดของท่อและอุปกรณ์ จะต้องปิดเพื่อป้องกันฝุ่นผงและเศษผง เข้าไปอยู่ในท่อ และเพื่อสะดวกในการซ่อมบำรุงซ่อมแซมเปลี่ยนแปลงในระบบท่อต้องมียูเนียน หรือหน้าแปลนเท่าที่ปรากฏในแบบระหว่างข้อต่อเขาอุปกรณ์หรือเท่าที่จะเป็นอื่นๆ

- 6.1.8 แนวท่อต้องจัดให้สามารถเข้าถึงได้โดยง่าย เพื่อประโยชน์ในการบำรุงรักษา ซ่อมแซมและเปลี่ยนอุปกรณ์
- 6.1.9 ใช้ข้อต่อที่ได้มาตรฐานในการต่อท่อเปลี่ยนแปลงแนวทางเดินเปลี่ยนขนาดหรือมีข้อแยก
- 6.1.10 ติดตั้งวาลวให้กับวาลวอยู่ในแนวตั้งให้มากที่สุด
- 6.1.11 หลังจากต่อท่อด้วยแบบขันเกลียวหรือเชื่อม ร่องเกลียวส่วนที่เหลือไหลออกมาและรอยเชื่อมต่อทุกแห่งจะต้องใช้แปรงลวดขัดแล้วทาสีกันสนิม Zinc Chromate
- 6.1.12 ติดตั้งอุปกรณ์อื่นๆเข้ากับท่ออันได้แก่ท่อระบายอากาศ (Vent Pipe), วาลว (Valve), อุปกรณ์ไล่อากาศอัตโนมัติ (Automatic Air Vent) และท่อปล่อยน้ำทิ้ง (Drain Pipe and Valve) ตามจำนวนที่จำเป็นและตามความต้องการที่ระบุไว้ในแบบ
- 6.1.13 ปลายทางของท่อน้ำ หากในแผนผังปรากฏว่ามีท่อน้ำแสดงไว้สำหรับต่อเติม ขยายออกไปในอนาคตแล้ว จะต้องต่อท่อเหล่านี้ออกไปให้พ้นจากสิ่งกีดขวาง แล้วใส่วาลวและหน้าแปลนบอด (Blind Flange) หรือฝาครอบปิดไว้ และหากจำเป็นจะต้องกลบดินในระยะนี้เสียก่อน ก็อาจจะทำได้โดยต่อกับหลักและติดป้ายแสดงตำแหน่งปลายท่อเหล่านี้ไว้

6.2 ลักษณะการเดินท่อ (Appearance)

ลักษณะการเดินท่อ การติดตั้งท่อต้องกระทำด้วยความประณีต ปรากฏความเป็นระเบียบเรียบร้อยแก่สายตา การเลี้ยวการหักมุม การเปลี่ยนแนวระดับ ต้องใช้ข้อต่อที่เหมาะสมให้กลมกลืนกับลักษณะรูปร่างของอาคารในส่วนนั้นๆ แนวท่อต้องให้ขนานหรือตั้งฉากกับอาคารเสมอ อย่าให้เฉหรือเอียงจากแนวอาคาร หากที่ใดต้องแขวนท่อจากเพดาน หรือจากโครงสร้างเหนือศีรษะ และมีได้กำหนดตำแหน่งที่แน่นอนไว้ในแบบแล้ว ต้องแขวนท่อนั้นชิดข้างบนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทั้งนี้เพื่อมิให้ท่อนั้นเป็นที่กีดขวางแก่สิ่งติดตั้งที่เพดาน หรือเหนือศีรษะ เช่น โคมไฟ ท่อลม ฯลฯ เป็นต้น และผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแนวระดับท่อของระบบต่างๆ ให้แน่นอนก่อนการติดตั้งระบบท่อระบบใดระบบหนึ่ง เพื่อมิให้ท่อนั้นกีดขวางกัน

6.3 ฝีมืองาน (Workman ship)

ฝีมืองานผู้รับจ้างจะต้องใช้ช่างซึ่งชำนาญงานโดยเฉพาะในแต่ละประเภท มาปฏิบัติงานติดตั้งระบบท่อเครื่องจักรและอุปกรณ์ และต้องควบคุมการทำงานของช่างเหล่านี้ให้ดำเนินไปโดยชอบด้วยหลักปฏิบัติดังต่อไปนี้

- ก. การตัดท่อแต่ละท่อ ต้องให้ได้ระยะพอดีตามความต้องการที่ใช้งาน ณ จุดนั้นๆ ซึ่งเมื่อต่อบรรจบกัน แล้วต้องใดแนวท่อที่สม่ำเสมอไม่คด และคลาดเคลื่อนจากแนวไปป์ไลน์
- ข. การติดตั้งท่อ ต้องวางในลักษณะที่เมื่อเกิดการหดตัวหรือขยายตัวของท่อเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแล้วไม่ทำให้เกิดการเสียหายแก่ตัวท่อนั้นเองหรือแก่สิ่งใกล้เคียงระบบท่อที่มีการขยายตัว และหดตัวมากต้องจัดให้มี Expansion Loop หรือ Expansion Joint ในที่ที่จำเป็นและเหมาะสม ด้วย ถึงแม้จะไม่ได้กำหนดไว้ในแบบแปลนก็ตาม
- ค. การตัดท่อให้ใช้เครื่องสำหรับตัดท่อโดยเฉพาะ และต้องความปากท่อชุดเศษท่อที่ฝังติดค้างอยู่ปากท่อออกให้หมด หากทำเกลียวต้องใช้เครื่องมือทำเกลียวที่มีพนัก เพื่อไม่ให้พนักเกลียวเรียบและได้ขนาดตามมาตรฐาน
- ง. ทันทิศที่ต้องเปลี่ยนแนวหรือทิศทางของท่อ ให้ใช้ข้อต่อตามความเหมาะสม (ข้อต่อ หมายถึง ข้อโค้งของสามตา ฯลฯ เป็นต้น) และหากมีการเปลี่ยนแปลงขนาดของท่อ ณ จุดใด ให้ใช้ข้อลดเท่านั้น

6.4 การวางตำแหน่งของส่วนประกอบการเดินท่อ (Location of Device)

การวางตำแหน่งของส่วนประกอบการเดินท่อบรรดาส่วนประกอบต่างๆ ของระบบท่อ เช่น วาลว น้ำ มาตรวัดน้ำ เกจวัดความดัน ฯลฯ เป็นต้น ต้องวางให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมกับการใช้งานโดยปกติ และสามารถถอดซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนใหม่ได้โดยง่าย

6.5 การเก็บรักษาท่อ (Storage and Cleaning)

การเก็บรักษา และการป้องกันกันการชำรุด บอบสลายของท่อน้ำและอุปกรณ์ระหว่างการติดตั้ง ให้ผู้รับจ้างปฏิบัติตามแนวทาง ดังต่อไปนี้

- ก. ท่อน้ำควรเก็บไว้บนชั้นเหล็กที่เหมาะสมภายในโกดังที่มีหลังคาคลุมและฝาปิด ไม่ควรวางกองกับพื้น เพื่อป้องกันการเกิดสนิมและมีเศษวัสดุอยู่ในท่อ สำหรับท่อเหล็กดำ (Carbon Steel Pipe) ควรทาสีป้องกันสนิมด้วย Red Lead Primer
- ข. ก่อนการติดตั้งท่อ จะต้องชะล้างภายในท่อเอาเศษผงออกให้หมด และเช็ดดูภายนอกท่อให้สะอาด
- ค. ปลายท่อทุกปลายควรใช้ปลั๊กอุดหรือฝาครอบเกลียวครอบไว้หากต้องละจากงานต่อท่อในส่วนนั้น

ไป

ชั่วคราว

- ง. ระหว่างการติดตั้งท่อ ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังและป้องกันไม่ให้เศษวัสดุต่างๆ ตกหล่นเข้าไปในท่อ และผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบความเสียหายที่เกิดขึ้น
- จ. หลังจากการติดตั้งแล้วถ้าเห็นว่ายังมีเกลียวเหลือไหลออกมาจากข้อต่อต่างๆ จะต้องทาสีที่เกลียวนั้น ด้วย Zinc-Chromate Paint และถ้าหากการต่อท่อด้วยการเชื่อมไฟฟ้าจะต้องเคาะตะกรันออก โดยใช้แปรงลวดขัดรอยเชื่อมและที่สักรอยเชื่อมนั้นด้วย Zinc-Chromate Paint ก่อนการเดินเครื่องหรือเดินระบบเกี่ยวกับท่อน้ำภายในท่อน้ำทั้งระบบจะต้องทำการล้างด้วยน้ำให้สะอาด
- ฉ. วาลวน้ำข้อต่อ และส่วนประกอบอื่นสำหรับการติดตั้งท่อให้ตรวจดูภายในและทำความสะอาดภายในให้ทั่วถึง ก่อนนำมาประกอบติดตั้ง
- ช. อุปกรณ์หรือเครื่องจักรให้หุ้มหรือคลุมกันไว้เพื่อป้องกันมิให้เกิดการแตกหักบอบสลาย
- ซ. เมื่อได้กระทำการติดตั้งเสร็จสมบูรณ์แล้ว ต้องตรวจดูความเรียบร้อยและทำความสะอาดอุปกรณ์ให้ทั่วถึง เพื่อส่งมอบงานให้แก่เจ้าของโครงการในสภาพที่ปราศจากตำหนิและข้อบกพร่อง และใช้การได้ตามวัตถุประสงค์ของเจ้าของโครงการเป็นอย่างดี

6.6 การต่อท่อเข้ากับอุปกรณ์

- 6.6.1 การต่อท่อเข้าเครื่องสูบน้ำถึงน้ำและอุปกรณ์ต่างๆ จะต้องต่อท่อเข้าในลักษณะที่ไม่ให้เกิดมีแรงกดหรือแรงดึงระหว่างท่อน้ำและอุปกรณ์นั้น ให้ใช้ยูเนียนหรือหน้าแปลนต่อก่อนเข้าอุปกรณ์เหล่านั้น เพื่อการถอดอุปกรณ์ออกหรือเคลื่อนย้าย
- 6.6.2 จะต้องไม่มีแนวท่อน้ำเดินอยู่เหนือแผงไฟฟ้าหม้อแปลงไฟฟ้าหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยเด็ดขาด
- 6.6.3 การต่อท่อเข้ากับวาลวน้ำ
 - ก. ให้ติดตั้งวาลวน้ำไว้ที่ท่อน้ำก่อนเข้าอุปกรณ์ตามตำแหน่งที่ได้แสดงไว้ในแบบ โดยกำหนดชนิดของวาลวไว้ดังนี้

- (1) Gate Valve หรือ Butterfly Valve หรือ Ball Valve ติดตั้งในระบบท่อเพื่อใช้สำหรับตัดต่อน้ำ
 - (2) Globe Valve ติดตั้งในระบบท่อที่ต้องการปรับความดันและอัตราการไหลของน้ำ
 - (3) Check Valve ติดตั้งในระบบท่อที่จำเป็นและไม่ต้องการให้น้ำไหลกลับ
 - (4) Union ติดตั้งไว้ทางด้านใต้น้ำของวาล์วทุกตัวและก่อนท่อเข้าอุปกรณ์หามติดตั้ง ยูนี้นี้ฝังไว้ในกำแพงเพดานหรือฝากัน
- ข. การติดตั้งตำแหน่งและชนิดของวาล์วน้ำให้ปฏิบัติตามต่อไปนี้
- (1) วาล์วน้ำจะต้องติดตั้งตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบ
 - (2) วาล์วทุกตัวต้องติดตั้งในตำแหน่งที่สะดวกแก่การตรวจหรือถอด เพื่อซ่อมหรือเปลี่ยนหรือมิฉะนั้นก็ต้องจัดให้มีช่องทางที่จะจัดการถอดเพื่อซ่อมหรือเปลี่ยนได้
 - (3) การติดตั้งวาล์วทุกตัวต้องเป็นชนิดที่ทำขึ้นเพื่อใช้กับแรงดันตามที่กำหนดในหัวขอลวาล์วและอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำเวนแต่ละระบุไว้เป็นอย่างอื่น

6.7 การติดตั้ง (Installation Practice)

- 6.7.1 การเปลี่ยนแนวท่อน้ำเปลี่ยนขนาด ต้องใช้ข้อต่อขนาดมาตรฐานเสมอ ท่อแยก (Branch) ที่ต่อออกจากท่อเมน (Main) ให้ใช้ TEE มาตรฐานนอกจากท่อแบบเชื่อมขนาด 200 มิลลิเมตร (8 นิ้ว) และใหญ่กว่าหากท่อแยกมีขนาดไม่เกินครึ่งหนึ่งของท่อเมนยอมให้ใช้ Weld-O-Let ได้
- 6.7.2 ของอ (Elbow) ต้องเป็นแบบรัศมีกว้าง (Long Radius Elbow)
- 6.7.3 ในกรณีที่ใช้ข้อต่อสำหรับท่อในแนวนอน (Horizontal) และในช่องเดินท่อ (Pipe Shaft) ให้ใช้ข้อต่อเบี่ยง (Eccentric Reducer) ในท่อระดับให้ติดตั้งให้ด้านหลังท่ออยู่ในระดับเดียวกันด้านลดขนาดอยู่ด้านล่างทั้งท่อน้ำส่งและท่อน้ำกลับ เพื่อไม่ให้อากาศค้างอยู่ภายใน และในท่อตั้งให้หลังเรียบเพื่อยึดกับ Support
- 6.7.4 ข้อต่อของท่อแบบเกลียวห้ามใช้แบบลดเหลี่ยม (Bushing)
- 6.7.5 ติดตั้ง Automatic Air Vent พร้อม Gate Valve และต่อท่อจาก Air Vent ไปยังจุดที่น้ำที่ใกล้ที่สุดสำหรับบริเวณต่อไปนี้คือ
- ก. Main Header ในห้องเครื่องทำน้ำเย็น
 - ข. อื่นๆ ตามที่ระบุในแบบ
- 6.7.6 จุดยึดท่อ (Clamp) ในแนวตั้ง (Vertical Riser) และข้อต่อไม่ควรอยู่สูงกว่า 1.50 เมตร (5 ฟุต) จาก พื้นของแต่ละชั้น
- 6.7.7 จุดต่ำสุดของท่อแนวตั้ง (Riser) ทุกท่อต้องติดตั้ง Drain Valve ไว้ภายน้ำทิ้งและจากวาล์วต่อท่ออื่นๆ ขนาดเท่าวาล์วพร้อมมี Cap ปิดปลาย ขนาดของวาล์วน้ำทิ้งให้เป็น ดังนี้

ขนาดท่อแนวดิ่ง		ขนาดวาลว ถ่ายน้ำทิ้ง	
มิลลิเมตร	นิ้ว	มิลลิเมตร	นิ้ว
Ø100และเล็กกว่า	4"Ø และเล็กกว่า	20	3/4
Ø150- 200	6"-8"Ø	25	1
Ø250- 300	10"-12"Ø	40	1 1/2
Ø350- 400	14"-16"Ø	50	2
Ø450และใหญ่กว่า	18"Øและใหญ่กว่า	65	2 1/2

- 6.7.8 ท่อในแนวดิ่ง ต้องต่อท่อให้มีข้อต่อน้อยที่สุดห้ามใช้เศษท่อต่อกัน
- 6.7.9 ท่อระบายน้ำทิ้งจากเครื่องปรับอากาศต้องมี Trap และลาดเอียงไปทางปลายทางไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตรต่อความยาว 3เมตร (1 นิ้วต่อความยาว 10 ฟุต) หรือ Slope ประมาณ 1 ต่อ 100 หาก Slope น้อยกว่า 1 ต่อ 100 ให้เลือกขนาดท่อใหญ่ขึ้นถัดไป
- 6.7.10 ช่องว่างระหว่างท่อน้ำและอุปกรณ์ จะต้องเผื่อที่ไว้ให้เพียงพอสำหรับการเข้าไปบำรุงรักษา ช่องว่างเหนือท่อน้ำ และช่องเปิดบริการจะต้องมีที่ไม่น้อยกว่า 600 มิลลิเมตร (24 นิ้ว) และที่ซึ่งติดตั้งวาลว ควบหลักเฉียงไม่ให้กีดขวางทางขึ้นช่องเปิดบริการ (Access Ways) การติดตั้งท่อน้ำและเครื่องสูบน้ำจะต้องติดตั้ง และจัดให้มีระยะพอเพียงพอสำหรับการเข้าไปเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อนำออกมาซ่อมแซมแก้ไขเพื่อให้การใช้งานของระบบต่างๆ มีประสิทธิภาพที่ดี ควรจัดเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ และข้อต่อท่อน้ำติดตั้งไว้ด้วย

หมวดที่ 7 วาลว (Valves)

7.1 ความต้องการโดยทั่วไป

- 7.1.1 ผู้รับจ้างจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำในระบบปรับอากาศ ที่มีคุณสมบัติและลักษณะที่ถูกต้องทาง ด้านเทคนิคและข้อกำหนดให้เป็นไปตามแบบและรายการ จนสามารถใช้งานได้ดีและสมบูรณ์ตามที่ต้องการ
- 7.1.2 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำต่างๆ ที่มีได้แสดงไว้ในแบบ แต่มีความจำเป็นและทำให้ระบบสมบูรณ์ยิ่งขึ้นจะต้องจัดหาและติดตั้งให้ด้วย
- 7.1.3 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำที่มีลักษณะเดียวกัน จะต้องเป็นผู้ผลิตกันเดียวกัน
- 7.1.4 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำจะต้องเป็นแบบที่มีลักษณะและคุณสมบัติที่เหมาะสมที่ใช้กับของเหลวในระบบ
- 7.1.5 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของแรงดันสูงสุดในระบบหรือตามที่กำหนดไว้ในแบบและรายการ
- 7.1.6 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำ จะต้องมีความทนทานเท่ากับท่อน้ำที่อุปกรณ์ดังกล่าวติดตั้งอยู่
- 7.1.7 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำที่มีความจำเป็นจะต้องอ่านค่าหรือบำรุงรักษาเป็นประจำจะต้องติดตั้งไว้ในที่ซึ่งสามารถเข้าถึงได้ง่ายและสะดวก
- 7.1.8 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำจะต้องติดตั้งให้ถูกต้องตามลักษณะของการใช้งานไม่ให้เกิดเสียงดังและการสั่นสะเทือน

7.2 Butterfly Valve

7.2.1 Butterfly Valve สำหรับใช้กับท่อขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่าตามที่แสดงไว้ในแบบ

7.2.2 ตัววาลว (Body) ทำด้วย Cast-Iron หรือ Cast-Steel เป็นแบบ Lug Type Body

7.2.3 Disc ทำด้วย Stainless Steel หรือ Bronze ที่มีความแข็งแรงไม่ทำให้เสียรูปง่ายหรือบิดงอ

7.2.4 Stem เป็นแบบ Through-Shaft Design

7.2.5 Compound Rubber Seat Ring จะต้องมัลักษณะยึดหยุ่นดีและทนทานต่อการสึกกร่อน และปิดได้สนิท

7.2.6 Molded-In "O" Ring จะต้องออกแบบมาใช้ในการประกอบหนาแน่นโดยไม่ต้องใช้ปะเก็น (Gaskets) และไม่มีการรั่วไหล

7.2.7 วัสดุประกอบที่เป็นยางทุกส่วนจะต้องใช้งานเหมาะสมกับของเหลวที่อยู่ในระบบ

7.2.8 Lever Operated Valve ใช้กับวาลวขนาด 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) และเล็กกว่า

7.2.9 Hand Wheel Gear-Operated Valve ใช้กับวาลวที่มีขนาดใหญ่กว่า 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) ขึ้นไป

7.2.10 Position Indicator จะต้องประกอบติดมากับตัววาลวเพื่อแสดงตำแหน่งของลิ้นวาลว

7.3 Gate Valve

7.3.1 Gate Valve ใช้สำหรับตัดต่อและเปิด-ปิดน้ำในระบบท่อน้ำ

7.3.2 Gate Valves สำหรับใช้กับท่อขนาด 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่าตามที่แสดงไว้ในแบบ

7.3.3 Gate Valve ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) จนถึงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ตัววาลวทำด้วย Bronze แบบ Screw Bonnet, Rising Stem, Solid Wedge, Screw Ends.

7.4 Dynamic Balancing and Temperature Control Valves (วาล์วปรับอัตราการไหลและควบคุมอุณหภูมิแบบอัตโนมัติ) สำหรับเครื่องส่งลมเย็นขนาดใหญ่ (Air Handling Units)

ให้ติดตั้งวาล์วปรับอัตราการไหลและควบคุมอุณหภูมิแบบอัตโนมัติ (PICV) ที่ท่อทางออกของเครื่องส่งลมเย็นที่มีขนาดใหญ่กว่า 36,000 BTU/HR เพื่อปรับอัตราการไหลของน้ำเย็นที่ผ่านคอยล์ของเครื่องส่งลมเย็น ให้มีค่าคงที่อย่างต่อเนื่องตลอดช่วงเวลาที่ใช้งานแม้ว่าความดันในเส้นท่อจะมีการเปลี่ยนแปลง และต้องสามารถปรับอัตราการไหลของน้ำเย็นให้ลดลงแปรเปลี่ยนไปตามภาระการทำความเย็นที่ต้องการ เพื่อสามารถควบคุมอุณหภูมิห้องให้ได้ตามอุณหภูมิที่ตั้งไว้ (Set Point) ทั้งนี้ส่วนปรับอัตราการไหลคงที่ควรเป็นแบบ Pressure Independent Flow Control และมีค่า Valve Authority 100% วาล์วต้องสามารถปรับอัตราการไหลของน้ำเย็นที่ต้องการภายในแต่ละช่วงภาระความเย็น (Part Load) ให้คงที่โดยอัตโนมัติในช่วงความแม่นยำ (Accuracy) $\pm 5\%$

วาล์วปรับอัตราการไหลและควบคุมอุณหภูมิแบบอัตโนมัติประกอบด้วย

- 7.4.1 ตัวเรือน (Housing) ทำด้วย Forge Brass (ขนาด 20 - 50 MM) หรือ Ductile Iron (ขนาด 65 - 250 MM) มีความดันใช้งานไม่ต่ำกว่า 360 PSI.WP ในช่วงอุณหภูมิ - 10oC ถึง 100oC ข้อต่อท่อให้เป็นแบบยูเนียน(UNION TYPE) หรือหน้าแปลน (Universal Flanged Ends) ทั้งสองด้านเพื่อความสะดวกในการติดตั้งและการซ่อมบำรุงในอนาคต
- 7.4.2 ชุดปรับอัตราการไหล (Flow Regulating Unit) อยู่ภายในตัวเรือน ทำด้วยเหล็กกล้าปลอดสนิม (Stainless Steel) และ Diaphragm ทำด้วย EPDM / NBR RUBBER และสามารถควบคุมอัตราการไหลน้ำเย็นได้ในช่วง Delta - P Range ไม่ต่ำกว่า 600 kPa.
- 7.4.3 ให้มีที่สำหรับติดตั้ง Pressure / Temperature Test Port เพื่อตรวจวัดความดันและอุณหภูมิของน้ำเย็นที่ทางเข้าและออกของชุดปรับอัตราการไหล
- 7.4.4 หัวขับไฟฟ้า (Actuator) ให้เป็นแบบ Proportional Control ใช้กับระบบไฟฟ้า 24 VAC / 50 HZ โดยสามารถรับสัญญาณควบคุมได้ทั้งแบบ 2 - 10 VDC หรือ 4 - 20 mA และสามารถส่งสัญญาณกลับ (Feedback Signal) ไปยังระบบควบคุมอาคารแบบอัตโนมัติ (BAS) เพื่อแสดงผลอัตราการไหลด้วยสัญญาณทั้งแบบ ANALOG หรือ DIGITAL ทั้งนี้ให้มีจอ LCD บนตัว Actuator เพื่อแสดงผลข้อมูลในระหว่างการปรับแต่ง (Setting Data) และแสดงผลอัตราการไหลตลอดช่วงการทำงานของวาล์วในหน่วย GPM หรือ LPS ตัวเรือนของ Actuator ต้องเป็น Enclosure Class IP 54

7.5 Drain Valves (วาล์วระบายน้ำ)

- 7.5.1 Drain Valves เป็นแบบ Plug-Type ให้ติดตั้งในตำแหน่งที่ต่ำสุดของระบบท่อน้ำไว้สำหรับเปิดไล่ผงและตะกอนออกจากระบบท่อน้ำ หรือเมื่อมีความจำเป็นอื่นๆ
- 7.5.2 Drain Valves จะต้องติดตั้งในตำแหน่งที่สามารถเข้าถึงได้โดยง่าย และสะดวกในการบำรุงรักษา
- 7.5.3 Drain Valves จะต้องมีความเหมาะสมกับระบบท่อน้ำนั้นๆ
- 7.5.4 จะต้องต่อท่อจาก Drain Valves ไปทิ้งไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสม และไม่เปื้อนอันตราย เช่น บ่อพักน้ำทิ้ง รางระบายน้ำทิ้ง ฯลฯ หรือตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงาน
- 7.5.5 ท่อที่ต่อจาก Drain Valves นี้ จะต้องจับยึดให้แน่นหนา ไม่ให้เกิดการสั่นของท่อเมื่อปล่อยน้ำทิ้งอย่างรวดเร็ว

หมวดที่ 8 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำในระบบปรับอากาศ (Piping Accessories)

8.1 ความต้องการโดยทั่วไป

8.1.1 ผู้รับจ้างจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำในระบบปรับอากาศที่มีคุณสมบัติ และลักษณะที่

ถูกต้องทางด้าน เทคนิคและข้อกำหนดให้เป็นไปตามแบบและรายการ จนสามารถใช้การได้ดี และสมบูรณ์ตามที่ต้องการ

8.1.2 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำต่างๆที่มีได้แสดงไว้ในแบบ แต่มีความจำเป็นและทำให้ระบบสมบูรณ์ยิ่งขึ้นจะต้องจัดหาและติดตั้งให้ด้วย

8.1.3 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำที่มีลักษณะเดียวกันจะต้องเป็นผู้ผลิตกันเดียวกัน

8.1.4 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำ จะต้องเป็นแบบที่มีลักษณะและคุณสมบัติที่เหมาะสมที่ใช้กับของเหลวในระบบ

8.1.5 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของแรงดันสูงสุดในระบบหรือตามที่กำหนดไว้ในแบบและรายการ

8.1.6 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำ จะต้องมีความทนเท่ากับท่อน้ำที่อุปกรณ์ดังกล่าวติดตั้งอยู่

8.1.7 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำที่มีความจำเป็นจะต้องอ่านค่าหรือบำรุงรักษาเป็นประจำจะต้องติดตั้งไว้ในที่ซึ่งสามารถเข้าถึงได้ง่ายและสะดวก

8.1.8 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำจะต้องติดตั้งให้ถูกต้องตามลักษณะของการใช้งานไม่ให้เกิดเสียงดังและการสั่นสะเทือน

8.2 Flexible Pipe Connection

8.2.1 ไม่ว่าจะแสดงในแบบหรือไม่ก็ตาม ผู้รับจ้างต้องติดตั้งข้อต่ออ่อนเพื่อป้องกันการส่งผ่านความสั่นสะเทือนจากอุปกรณ์ที่มีแรงสั่นสะเทือนไปยังระบบท่อน้ำหรือโครงสร้างที่อุปกรณ์หรือระบบท่อน้ำยึดติดอยู่

8.2.2 ข้อต่ออ่อนสำหรับต่อด้านน้ำเข้า-ออกจากเครื่องสูบน้ำเป็นแบบ Rain forced Neoprene Rubber(Bellow Type) สามารถทนแรงดันใช้งาน (W.O.G. Pressure Rating) ได้ไม่น้อยกว่า 2,068 กิโลปาสกาล (300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ที่อุณหภูมิใช้งานไม่เกิน 77 องศาเซลเซียส (170 องศาฟาเรนไฮต์)

8.2.3 ข้อต่ออ่อนที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่ามีข้อต่อแบบเกลียว (Thread-Ed Ends) และยึดข้อต่อโดยใช้เกลียว (Threaded Connection)

8.2.4 ข้อต่ออ่อนที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่ามีข้อต่อแบบหน้าแปลน (Flanged Ends) และยึดข้อต่อโดยใช้หน้าแปลน (Flanged Connection)

8.2.5 การติดตั้งแบบต่อโดยใช้หน้าแปลนต้องมี Guide และ Stopper เพื่อป้องกันการเสียหายอันเนื่องมาจากการยึดตัวของข้อต่ออ่อน

8.2.6 ส่วนข้อต่ออ่อนที่ติดตั้งในที่อื่นๆสำหรับจุดที่อาจเกิดการเคลื่อนตัวของท่อในกรณีที่เกิดทรุดตัวไม่เท่ากัน (Differential Settlement) ไม่ว่าจะแสดงในแบบหรือไม่ก็ตาม

8.3 Expansion Joints (ข้อต่อแบบยืดและหดตัว)

- 8.3.1 Expansion Joints เป็นชนิด Pack less Construction Externally Pressurized Guide Expansion Connector
- 8.3.2 Expansion Jointsใช้ติดตั้งในระบบท่อน้ำซึ่งมีการยึดตัวและหดตัวของท่อน้ำและในระบบท่อน้ำ ซึ่งไม่สามารถติดตั้ง Expansion Loops หรือ Offsets ได้
- 8.3.3 จุดตรึงยึดที่แน่นหนา (Anchors and Pipe Guides) จุดตรึงยึดจะต้องติดตั้งในตำแหน่งที่ถูกต้องเหมาะสมตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงาน
- 8.3.4 Expansion Joints เป็นชนิดหน้าแปลนต้องทนแรงดันใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของ Working Pressure หรือตามที่ระบุในแบบ

8.4 Strainers (อุปกรณ์ดักผง)

- 8.4.1 Strainers ใช้สำหรับต่อต้านน้ำเข้าเครื่องสูบน้ำและที่อื่นๆ ตามที่แสดงในแบบ ตัวสเตรนเนอร์เป็นแบบ Y-Pattern
- 8.4.2 Strainers ขนาด 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่า ทำด้วย Bronze แบบ Screwed End
- 8.4.3 Strainer ขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่า ทำด้วย Cast-Iron แบบ Flange dEnd
- 8.4.4 แผ่นตะแกรงดักผงทำด้วย Stainless Steel สามารถถอดออกกลางได้โดยไม่ต้องถอด Strainers ออกจากระบบท่อน้ำ แผ่นปิดท้ายตะแกรงของ Strainer ที่มีขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่า ต้องติดตั้งวาล์วสำหรับระบายตะกอนทั้งขนาดเล็กกว่า 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) พร้อมทั้งมีท่อสั้นและฝาปิด (Cap) ปลายท่อทั้งไว้ด้วย
- 8.4.5 Strainers ต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของ Working Pressure หรือตามที่ระบุในแบบ
- 8.4.6 ขนาดของรูตะแกรงดักผงจะต้องมีขนาดดังนี้:-

ขนาด สเตรนเนอร์ มิลลิเมตร (นิ้ว)	ขนาดรู มิลลิเมตร
20 ถึง 50 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว ถึง 2 นิ้ว)	0.75
65 ถึง 150 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว ถึง 6 นิ้ว)	1.50
200 ถึง 300 มิลลิเมตร (8 นิ้ว ถึง 12 นิ้ว)	3.00
ใหญ่กว่า 300 มิลลิเมตร (ใหญ่กว่า 12 นิ้ว)	6.00

8.5 Automatic Air Vent (อุปกรณ์ไล่อากาศอัตโนมัติ)

- 8.5.1 Automatic Air Vent เป็นแบบ Direct Acting Float Type
- 8.5.2 ลูกลอยและส่วนประกอบภายในทำด้วย Stainless Steel
- 8.5.3 Body and Cover ทำด้วย Cast-Iron
- 8.5.4 ขนาดของท่อต่อเขา 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว)
- 8.5.5 Automatic Air Vent ต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของ Working Pressure หรือตามที่ระบุในแบบ

- 8.5.6 ก่อนต่อเข้า Automatic Air Vent จะต้องมีการ Shut off Valve ประกอบอยู่ด้วยส่วนทางด้านอากาศออกจะต้องต่อท่อไปทิ้งไว้จนจุดหัวรับน้ำทิ้ง (Floor Drain)
- 8.5.7 Automatic Air Vent จะต้องติดตั้งที่จุดสูงสุดของท่อน้ำและในตำแหน่งที่มีอากาศสะสมอยู่ในระบบท่อหรือตามที่ระบุในแบบ

8.6 Pressure Gauges (อุปกรณ์วัดความดัน)

- 8.6.1 Pressure Gauges เป็นแบบ Bourdon Type สำหรับวัดความดันของน้ำตามที่แสดงไว้ในแบบและรายการ
- 8.6.2 Pressure Gauges ตัวเรือนทำด้วย Stainless Steel หน้าปัทมกลมเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) มีสเกลบนหน้าปัทมอยู่ในช่วง 150 ถึง 200% ของความดันที่ใช้งานปกติ Accu-Racy 1% ของสเกลบนหน้าปัทม
- 8.6.3 มีอุปกรณ์ปรับค่าที่ถูกต้องได้
- 8.6.4 สเกลมีหน่วยอ่านค่าเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (kg/cm²) ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (PSIG) หรือบาร์ (Bar) หรือกิโลปาสคาล (K Pa) หรือมิลลิเมตรปรอท (mmHg.) สำหรับความดันที่ต่ำกว่าบรรยากาศ
- 8.6.5 Pressure Gauges แต่ละชุดจะต้องมี Shut off Valve และ Pressure S nubber ประกอบรวมอยู่ด้วย
- 8.6.6 ความดันใช้งานต้องไม่เกินกว่าความดันสูงสุดที่ปรากฏบนสเกลหน้าปัทม
- 8.6.7 Pressure Gauges ที่ใช้กับของเหลวที่กัดกร่อน (Corrosive Liquid) จะต้องเป็นชนิด Chemical Type with Diaphragm Liquid Separator

8.7 Thermometers (อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ)

- 8.7.1 Thermometers เป็นแบบหลอดแก้วชนิด Adjustable Angle มีกรอบสเกลยาว 230 มิลลิเมตร (9 นิ้ว) เทอร์โมมิเตอร์ติดตั้งไว้สำหรับวัดอุณหภูมิของน้ำหรือของเหลวที่ด้านหน้าออกจากเครื่องและอุปกรณ์ที่แสดงไว้ในแบบ
- 8.7.2 Thermometers ตัวเรือนทำด้วย Cast Aluminum มีก้านวัดอุณหภูมิ (Stem) ยาวไม่น้อยกว่า 90 มิลลิเมตร (3 1/2 นิ้ว) และจะต้องเลือกช่วงสเกล (Scale Range) ให้เหมาะสมกับอุณหภูมิของน้ำหรือของเหลวที่จะวัดอ่านค่ามีความแม่นยำ (Accuracy) +1/2°C
- 8.7.3 มีอุปกรณ์สำหรับปรับให้หน้าปัทมของเทอร์โมมิเตอร์อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมและต้องการได้
- 8.7.4 Thermometers จะต้องเลือกใช้ใช้งานให้เหมาะสมกับน้ำหรือของเหลวและอุณหภูมิของเหลวนั้นๆ
- 8.7.5 Thermometers จะต้องเป็นแบบ Dual Scale with C and F
- 8.7.6 Thermometers แต่ละชุดจะต้องติดตั้งร่วมกับ Separable Brass Well โดยมี Connection แบบ Swivel Nut หรือแบบ Union ตัว Well จะต้องมีความยาวลึกเข้าไปในท่อน้ำได้อย่างน้อย 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว)

- ก. สำหรับการติดตั้งกับท่อน้ำขนาดเล็กกว่า ให้ขยายท่อโดยใช้สามตาหรือข้อต่อต่างๆ ประกอบในการติดตั้ง
 - ข. การใช้ Separable Well กับท่อที่หุ้มฉนวน ให้คำนึงถึงความหนาของฉนวนหุ้มท่อและให้เลือกใช้แบบกานยาว (Extended Well)
- 8.7.7 Thermometerควรติดตั้งที่ความสูง 1.50เมตรวัดจากพื้นหรือในระดับสายตาเพื่อง่ายต่อการอ่านค่า

8.8 Flow Measuring Equipment (อุปกรณ์วัดปริมาณน้ำ)

- 8.8.1 Flow Measuring Equipment หรืออุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของน้ำเป็นแบบ Annubar Flow Measuring Station และมีกล่องเครื่องมือสำหรับวัดค่าปริมาณการไหลของน้ำ (Portable Meter Set) พร้อมทั้ง Master Chart ซึ่งสามารถอ่านค่าที่ออกมาได้เป็นลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง หรือแกลลอนต่อนาที กล่องเครื่องมือนี้ สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกโดยมีสายวัดสำหรับต่อระหว่างเครื่องวัด และ Annubar มีความยาว 4 เมตร จำนวน 2 เส้น พร้อมยางกันรั่วรวมอยู่ในกล่อง เครื่องวัดนี้สามารถนำมาใช้งานได้ทันที จะต้องมีการติดตั้งและวิธีการใช้เครื่องวัดนี้รวมอยู่ในกล่องด้วย
- 8.8.2 ภายหลังการส่งมอบงานผู้รับจ้างต้องมอบเครื่องวัด 2 ชุดให้เป็นสมบัติของผู้ว่าจ้าง
- 8.8.3 เครื่องมือวัดค่าปริมาณการไหลของน้ำเป็นผู้ผลิตภัณฑ์ของ Eagle Eye Flow Meter หรือเทียบเท่า
- 8.8.4 ทุกตำแหน่งที่ติดตั้งอุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของน้ำจะต้องติดตั้งวาล์วสำหรับปิด-เปิดพร้อม QuickConnect Coupling Connection ติดตั้งอยู่ด้วย
- 8.8.5 Annubar Elements ทำด้วย Stainless Steel สามารถทนแรงดันใช้งานได้ 2,068 กิโลปาสกาล (300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ที่อุณหภูมิ 204°C (400°F)
- 8.8.6 อุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของน้ำเป็นผู้ผลิตภัณฑ์ของ Annubar by Ellison Instrument Division Di Eterich Standard Corp หรือเทียบเท่า
- 8.8.7 ทุกตำแหน่งที่ติดตั้งอุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของน้ำจะต้องมีป้ายทองเหลืองแขวนด้วยโซ่แขวนอยู่ และป้ายนี้จะต้องแสดง Station Number Meter Setting และค่าที่อ่านได้เป็นลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง (m³/Hr) หรือแกลลอนต่อนาที (GPM) หรือลิตรต่อวินาที (L/Sec)
- 8.8.8 ข้อต่อที่จะนำมาใช้ในการติดตั้งควบคู่กับอุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของน้ำจะต้องส่งมาพร้อมกับอุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของน้ำจากโรงงานผู้ผลิตเดียวกัน

8.9 Bolts, Nuts, and Washers (สกรู, น็อตและแหวน)

อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำต่างๆ ที่มีการต่อกันท่อแบบหนาแบนซึ่งจะต้องมี Bolts, Nuts และ Washers ยึดประกอบ รวมอยู่ด้วย กำหนดให้ Bolts, Nuts และ Washer ทำด้วย Stainless steelระหว่างหน้าแบนทั้งสองประกอบอยู่จะต้องมีประเก็นยางสังเคราะห์สอดใส่อยู่ด้วย

หมวดที่ 9 การเริ่มเดินเครื่อง การปรับแต่งระบบและการทดสอบการใช้งาน (COMMISSIONING OF HVAC)

9.1 ความต้องการทั่วไป

ก่อนการตรวจรับมอบงานงวดสุดท้าย ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ทั้งหมด เพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ทุกอย่างทำงานอย่างถูกต้องเรียบร้อยตามสัญญา โดยให้การทดลองเดินเครื่องทั้งระบบต่อเนื่องกันเป็นเวลา 3 วัน วันละ 12 ชั่วโมง หยุดพักเครื่องเป็นเวลา 2 วัน แล้วทำการทดสอบเดินเครื่องใหม่อีก 3 วัน ระบบปรับอากาศชุดใดที่มีลักษณะการใช้งานต่อเนื่องกันตลอด 24 ชั่วโมง ให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบระบบชุดนั้นติดต่อกันเป็นเวลา 7 วัน ภายหลังการทดสอบให้ผู้รับจ้างยืนยันเป็นลายลักษณ์อักษรว่าระบบปรับอากาศและระบายอากาศนี้เสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ และสามารถใช้งานได้ตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

9.2 ข้อมูลของการทดสอบ

ผู้รับจ้างต้องบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดสอบในแต่ละครั้ง ลงในแบบฟอร์มที่มีลักษณะคล้ายกับแบบมาตรฐานของ Associated Air Balancing Council แต่ต้องได้รับการเห็นชอบในรายละเอียดจากผู้ว่าจ้าง ก่อนดำเนินการจัดทำแบบฟอร์มการทดสอบ ซึ่งแต่ละระบบต้องมีทั้งหมด 3 ชุด และแต่ละชุดต้องระบุถึงชื่อระบบ หรือเลขที่ชุดของเครื่องที่ทำการทดสอบอย่างชัดเจนก่อนการทดสอบทุกครั้ง ผู้รับจ้างต้องปรับแต่งเครื่องมือที่ใช้ในการวัดต่างๆ ได้ถูกต้องเที่ยงตรงเสียก่อน ค่าที่บันทึกในแบบฟอร์มในขณะที่ทำการทดสอบระบบ ต้องเป็นค่าที่อ่านได้จริงจากเครื่องวัด โดยไม่ต้องคำนึงถึง Correction Factor อันเนื่องจากความผิดพลาดของเครื่องวัดแต่อย่างใดทั้งสิ้น ตัวเลขใดบันทึกผิด หรือไม่ต้องการให้ขีดฆ่าออก ห้ามทำการขีดลบออกโดยเด็ดขาด แล้วให้ผู้ทำการทดสอบ และตัวแทนของผู้ว่าจ้างซึ่งเป็นสักขีพยานอยู่ด้วย ณ ที่นั้น เซ็นชื่อกำกับไว้ข้างตัวเลขนั้น หากผลของการทดสอบปรากฏว่า การทำงานของระบบใดไม่สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการแก้ไขงานของระบบนั้น หรือส่วนที่เกี่ยวข้อง แล้วทำการทดสอบใหม่อีกครั้งโดยมิชักช้าจนกว่าผู้ว่าจ้างจะแน่ใจว่าระบบทั้งหมดสามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ตามความต้องการแล้ว

9.3 การทดสอบและ VALIDATION CLEAN ROOM

การทดสอบห้อง Clean Room ผู้รับจ้างจะต้องจ้างบริษัทที่รับ Validation ห้อง Clean Rooms โดยเฉพาะ โดยเสนอรายชื่อให้ผู้ว่าจ้างหรือวิศวกรที่ปรึกษาเป็นผู้เลือกอย่างน้อย 3 บริษัท โดยการทดสอบมีหัวข้อ Test Report อย่างน้อยดังนี้

- 9.3.1 Temperature Test
- 9.3.2 Room Pressurization Test
- 9.3.3 Air Flow Volume Test
- 9.3.4 HEPA Filter Test Leak
- 9.3.5 Room Relative Humidity Test
- 9.3.6 Cleanliness Class

โดยผู้รับจ้างต้องนำผลการทดสอบทั้งหมดส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน

หมวดที่ 10 พัฒนาระบายอากาศ (VENTILATION AND EXHAUST FANS)

10.1 พัฒน แบบ CENTRIFUGAL

- 10.1.1 ตัวถัง (CASING) ทำด้วยเหล็กกล้า ความหนาไม่ต่ำกว่า 2 มิลลิเมตร FAN SCROLL และ SIDE PLATE 7 ยึดต่อกันแบบ LOCK SEAM หรือ WEL SEAM อย่างต่อเนื่องตลอดแนวตะเข็บ ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม และพ่นสีภายนอก มาตรฐานโรงงานผู้ผลิต
- 10.1.2 ใบพัด (FAN WHEEL) เป็นแบบ MULTI-EILADES, FORWARD CURVE ตามที่ระบุในแบบ ทำด้วยเหล็กกล้าหรืออลูมิเนียม ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมตามมาตรฐานโรงงาน ผู้ผลิตชุดใบพัดมีการเสริม ความแข็งแรงไม่บิดเสียรูป เนื่องจากการเร่งความเร็ว (ACCELERATION) และแรงดันอากาศ ใบพัด ต้องได้รับการปรับสมดุลทั้งในขณะหยุดนิ่งและขนาดหมุน (STATICALLY AND DYNAMICALLY BALANCED) มาจากโรงงานผู้ผลิต
- 10.1.3 เพลาพัฒน์ทำด้วยเหล็กกล้า สามารถทนต่อการใช้งานได้ดีที่ความเร็วรอบต่างๆ ไม่น้อยกว่า 2 เท่าของ ความเร็วรอบที่เลือกการใช้งาน
- 10.1.4 ตลับลูกปืน (BEARING) เป็นชนิด BALL BEARING หรือ ROLLER BEARING แบบ SELF ALIGNMENT มี อายุการใช้งานเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 100,000 ชั่วโมง (AVERAGE-BEARING LIFE) การถอดจระบีสามารถทำ ได้โดยง่าย ตลับลูกปืนที่อยู่ภายในตัวพัฒน์ หรือมีท่อลมปิดมิดชิดต้องต่อท่ออัดจระบี (GREASE FITTING) ออกมายังจุดที่สามารถเข้าถึงได้สะดวก ตำแหน่งตลับลูกปืนของพัฒน์ที่ ไขว้ดูควั่นหรือไอน้ำจากห้องครัว จะต้องอยู่ด้านตรงข้ามปากทางดูดอากาศเข้า
- 10.1.5 ความเร็วลมที่ออกจากปากพัฒน์ (FAN OUTLET) ต้องไม่เกิน 10 เมตรต่อวินาที (2,000 ต่อ นาที)
- 10.1.6 ตัวถังพัฒน์ต้องมีระบายน้ำที่อาจขังอยู่ภายใน และมีปลั๊กอุดไว้
- 10.1.7 ถ้าไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นพัฒน์จะถูกขับโดยผ่านชุดสายพาน และมู่เล่ย์ชนิดปรับรอบความเร็ว สายพานได้ มีฝาคกรอบสายพาน (BELT GUARD) ชนิดที่สามารถวัดความเร็วรอบพัฒน์ได้โดยไม่ต้อง ถอดมอเตอร์และฝาคกรอบสายพานออก จะต้องติดตั้งอยู่ในโครงฐานการยึดขึ้นเดียวกับฐานพัฒน์
- 10.1.8 พัฒน์ขนาดเล็กที่สามารถส่งลมได้ไม่เกิน 800 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที ให้เลือกชุดขับเคลื่อนพัฒน์เป็นแบบ DIRECT-DRIVE ตามที่กำหนดในแบบ VIBRATION ISOLATOR ใช้แบบยาง ACOUSTIC PAD ความหนาไม่น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว) หรือ RUBBER-IN-SHEAR
- 10.1.9 VIBRATION ISOLATOR ของพัฒน์ขนาดใหญ่เป็นแบบสปริงชนิดมี ACOUSTIC PAD รองและให้ STATIC DEFLECTION ไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) เมื่อรับน้ำหนักไม่เกิน MAXIMUM LOAD ตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- 10.1.10 ที่ตัวถังพัฒน์ขนาดใหญ่ต้องมี ACCESS DOOR ไว้สำหรับเปิดออกตรวจสอบ และทำความสะอาดภายใน พัฒน์ได้ไม่ต้องถอดท่อลม
- 10.1.11 พัฒน์ทุกชุดที่ต่อกับท่อลมต้องต่อด้วยหน้าแปลน (FLANGE) พร้อมทั้งติดตั้ง FLEXIBLE DUCT CONNECTION ไว้ในตำแหน่งใกล้พัฒน์มากที่สุด
- 10.1.12 ปากพัฒน์ (INLET และ OUTLET) ที่ไม่ต่อกับท่อลม ต้องใส่ตะแกรงเหล็ก (SCREEN) ชนิดไม่เป็นสนิมขนาดช่องของตะแกรงไม่เล็กกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)

10.2 พัฒนแบบ Axial Flow Direct Drive

- 10.2.1 ตัวถัง (Casing) ทำด้วยอลูมิเนียมหรือเหล็กผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นสีภายนอก
- 10.2.2 ใบพัดเป็นแบบ Mixed flow หรือ Air Foil ทำด้วยอลูมิเนียมหรือเหล็กได้รับการปรับสมดุลย์ทั้งทาง static และ Dynamic
- 10.2.3 การขับเคลื่อนใบพัดเป็นแบบ Direct drive มอเตอร์ตามมาตรฐาน (Standard Model)
- 10.2.4 Vibration Isolator เป็นแบบสปริง
- 10.2.5 พัฒนส่วนที่ต่อกับท่อลมให้ด้วย Flexible Duct Connector ไว้ในตำแหน่งใกล้พัฒนมากที่สุด
- 10.2.6 ระดับการป้องกันมอเตอร์ IP44
- 10.2.7 ค่าความเป็นฉนวนชนิด Class B

หมวดที่ 11 การทาสีป้องกันการผุกร่อน รหัสสี และสัญลักษณ์

11.1 ความต้องการทั่วไป

- 11.1.1 ในผิวงานโลหะทุกชนิด ก่อนนำเข้าไปติดตั้งในงาน ต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันการผุกร่อนและ/หรือการทาสีตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ทุกประการ วิธีการทาสีต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำของบริษัทผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด เครื่องจักร อุปกรณ์ หรือวัสดุใดๆ ที่ได้ผ่านการป้องกันการผุกร่อน ทาสีจากโรงงานผู้ผลิตมาแล้วหากตรวจพบว่ามีรอยถลอก ขูด ขีตรอย คราบสนิมจับและอื่นๆ ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซม ชัด ฤ และทาสีให้เรียบร้อย โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้คุมงาน
- 11.1.2 ในระหว่างการทาสีใด ๆ ก็ตาม ผู้รับจ้างต้องหาวิธีป้องกันมิให้สีหยดลงบนพื้นผนังและอุปกรณ์ใกล้เคียงอื่น หากเกิดการหยดเปื้อน ต้องทำความสะอาดทันที ผลเสียหายใดๆ ที่เกิดขึ้น ต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

11.2 การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี

- 11.2.1 พื้นผิวโลหะที่เป็นเหล็ก หรือโลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก
 - 11.2.1.1 ให้ใช้เครื่องขัดสนิมตามรอยต่อเชื่อมและตำแหน่งต่างๆ จากนั้นใช้แปรงลวด หรือกระดาษทรายขัดผิวงานให้เรียบและปราศจากสนิมหรืออาจใช้วิธีพ่นทรายเพื่อกำจัดคราบสนิมและเศษวัตถุแปลกปลอมออก จากนั้นจึงทำความสะอาดผิวงานไม่ให้มีคราบไขมันหรือน้ำมันเคลือบผิวหลงเหลืออยู่ โดยใช้ น้ำมันประเภทระเหยไว (VOLATILE SOLVENT) เช่น ทินเนอร์ หรือน้ำมันก๊าด เช็ดถูหลายๆ ครั้ง แล้วใช้น้ำสะอาดล้างอีกครั้งหนึ่งจนผิวงานสะอาดพร้อมกับเช็ดหรือเป่าลมให้แห้งสนิท จึงทาสีรองพื้นตามคำแนะนำของผู้ผลิตโดยเคร่งครัด
 - 11.2.1.2 ในกรณีที่ผิวงานนั้นเคยถูกทาสีมาก่อนต้องขูดสีเดิมออกก่อนจึงเริ่มทำตามกรรมวิธีข้างต้น
- 11.2.2 พื้นผิวโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็กให้ทำความสะอาดโดยใช้กระดาษทราย แล้วเช็ดด้วยน้ำมันสน ห้ามใช้เครื่องขัดหรือแปรงลวดโดยเด็ดขาด แล้วรองพื้นพื้นผิวสังกะสีและเหล็กที่เคลือบสังกะสี ให้ใช้น้ำยาเช็ดถูเพื่อขจัดคราบไขมันและฝุ่นออกก่อนทาสีรองพื้นพื้นผิวทองแดง ตะกั่ว พลาสติก ทองเหลือง ให้ขัดด้วยกระดาษทรายก่อน แล้วใช้น้ำยาเช็ดถูกำจัดฝุ่นก่อนทาสีรองพื้น

11.3 การทาสีหรือพ่นสี

11.3.1 ในการทาสีแต่ละชั้น ต้องให้สีที่ทาแล้วแห้งสนิทก่อน จึงให้ทาชั้นต่อไปได้

11.3.2 สีที่ใช้ทา ประกอบด้วยสี 2 ส่วนคือ

1. สีรองพื้นใช้สำหรับป้องกันสนิม และ/หรือเพื่อให้ยึดเกาะระหว่างสีทับหน้ากับผิวงาน

2. สีทับหน้าใช้สำหรับเป็นสีเคลือบชั้นสุดท้าย เพื่อใช้เป็นการแสดงรหัสของระบบ

ต่างๆ

11.3.3 ประเภทหรือชนิดของสีที่ใช้ ให้เป็นไปตามที่ระบุในตารางการใช้ประเภทสี ตามชนิดของวัสดุ

11.4 ตารางการใช้ประเภทสีตามชนิดของวัสดุในสภาวะแวดล้อม

ชนิดของผิววัสดุ	บริเวณ	บริเวณที่มีความชื้นสูง / บริเวณที่มีการผุกร่อนสูง
BLACKSTEEL PIPE	ชั้นที่ 1 RED LEAD PRIMER	ชั้นที่ 1 EPOXY RED LEAD PRIMER
BLACKSTEEL PIPE & SUPPORT	ชั้นที่ 2 RED LEAD PRIMER	ชั้นที่ 2 EPOXY RED LEAD PRIMER
BLACK STEEL SHEET	ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ALKYD	ชั้นที่ 3 สีทับหน้า EPOXY
SWITCHBOARD PANEL BOARD ซึ่งทำจาก BLACK STEEL SHEET	ชั้นที่ 4 สีทับหน้า ALKYD	ชั้นที่ 4 สีทับหน้า EPOXY
GALVANIZED STEEL PIPE	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER
GALVANIZED STEEL HANGER & SUPPORT	ชั้นที่ 2 ZINC CHROMATE PRIMER	ชั้นที่ 2 EPOXY RED LEAD PRIMER
GALVANIZED STEEL SHEET ในกรณีที่ไม่ได้ระบุ	ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ALKYD	ชั้นที่ 3 สีทับหน้า EPOXY
	ชั้นที่ 4 สีทับหน้า ALKYD	ชั้นที่ 4 สีทับหน้า EPOXY

รหัสให้ใช้สีทับหน้า เป็นสีออลูมิเนียม

ชนิดของผิววัสดุ	บริเวณ	บริเวณที่มีความชื้นสูง / บริเวณที่มีการผุกร่อนสูง
PVC PI PLASTIC PIPE	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER ชั้นที่ 2 สีทับหน้า CHLORINATED RUBBER ชั้นที่ 3 สีทับหน้า CHLORINATED RUBBER	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER ชั้นที่ 2 สีทับหน้า CHLORINATED RUBBER ชั้นที่ 3 สีทับหน้า CHLORINATED RUBBER
CAST IRON PIPE รวมถึงท่อใต้ดินด้วย	ชั้นที่ 1 COAL TAR EPOXY ชั้นที่ 2 COAL TAR EPOXY	ชั้นที่ 1 COAL TAR EPOXY ชั้นที่ 2 COAL TAR EPOXY

<u>COPPER TUBE</u> <u>- STAINLESS STEEL PIPE</u> <u>- STAINLESS STEEL SHEET</u> <u>- ALUMINIUM STEEL PIPE</u> <u>- ALUMINIUM STEEL SHEET</u>	<u>ชั้นที่ 1 WASH PRIMER</u> <u>ชั้นที่ 2 สีทับหน้า ALKYD</u> <u>ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ALKYD</u>	<u>ชั้นที่ 1 WASH PRIMER</u> <u>ชั้นที่ 2 สีทับหน้า ALKYD</u> <u>ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ALKYD</u>
<u>LIGHT ALLOY</u> <u>LEAD</u> <u>CONDUIT CLAMP</u> <u>CLOSED CELL FOAM</u> <u>PLASTIC ใช้แถบสีแสดง รหัสสี</u>	<u>ชั้นที่ 1 WASH PRIMER</u> <u>ชั้นที่ 2 สีทับหน้า CHLORIN TED</u> <u>RUBBER</u> <u>ชั้นที่ 3 สีทับหน้า CHLORIN TED</u> <u>RUBBER</u>	<u>ชั้นที่ 1 WASH PRIMER</u> <u>ชั้นที่ 2 สีทับหน้า CHLORIN TED</u> <u>RUBBER</u> <u>ชั้นที่ 3 สีทับหน้า CHLORIN TED</u> <u>RUBBER</u>

หมายเหตุ:- ในกรณีที่มีการซ่อมสีเนื่องจากการเชื่อม การตัดเจาะ การขัดหรือการทำเกลียว ให้ใช้สีรองพื้น
จำพวก ZINC RICH PRIMER ก่อนลงสีทับหน้า

11.5 รหัสสีและสัญลักษณ์

11.5.1 การทาสีทับหน้า แสดงรหัสสีให้ทาสีตลอดทั้งเส้นท่อ ยกเว้นทำท่อนั้นๆ มีการหุ้มฉนวนให้ทา
ท่อนเฉพาะสีรองพื้นเท่านั้น

11.5.2 ในระบบไฟฟ้าให้แสดงรหัสสีเฉพาะตรงที่ CLAMP ของท่อร้อยสาย และฝาครอบกล่องต่อสาย
เท่านั้น

11.5.3 ขนาดแถบรหัสสี (เฉพาะท่อที่หุ้มฉนวน) และตัวอักษร กำหนดดังนี้

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

11.5.4 ระยะของแถบรหัสสี อักษรสัญลักษณ์และสัญลักษณ์แสดงลูกศรแสดงทิศทาง กำหนดเป็นดังนี้

1. ทุกๆระยะไม่เกิน 6 เมตร (20 ฟุต) ของท่อในแนวตรง
2. ใกล้ตำแหน่งวาล์วทุกตัว
3. เมื่อมีการเปลี่ยนทิศทาง และ/หรือมีท่อแยก
4. เมื่อท่อผ่านกำแพง หรือทะลุพื้น
5. บริเวณช่องเปิดบริการ

11.5.5 กำหนดสีของรหัส และสัญลักษณ์ต่างๆ ตามตารางรหัสสี และสัญลักษณ์

11.6 ตารางแสดงรหัสสีและสัญลักษณ์

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

หมวดที่ 12 รายชื่ออุปกรณ์มาตรฐาน

การพิจารณารายชื่อผลิตภัณฑ์ของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในโครงการ ให้ผู้รับจ้างพิจารณาจากรายชื่อผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในตารางข้างล่างเป็นสิ่งแรก ถ้าหากรายชื่อผลิตภัณฑ์ที่ระบุไว้ไม่สามารถติดต่อผู้แทนจำหน่ายได้ หรือจะเสนอผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยผู้ได้รับลิขสิทธิ์ให้สร้างแทนก็ให้แจ้งแก่ทางผู้ออกแบบและผู้ควบคุมงานเพื่อขออนุมัติพิจารณาวัสดุอุปกรณ์เทียบเท่าเป็นลำดับต่อไป

แต่ในกรณีที่ผู้รับจ้างต้องการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่เทียบเท่านอกเหนือจากที่ได้ระบุรายชื่อผลิตภัณฑ์ข้างล่างนี้แล้ว ผู้รับจ้างต้องชี้แจงเหตุผลหรือข้อขัดข้องใดก็ตาม ที่มีผลให้ผู้รับจ้างไม่สามารถเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่ระบุไว้ได้เมื่อผู้ออกแบบได้พิจารณาและให้ความเห็นชอบให้สามารถใช้วัสดุอุปกรณ์เทียบเท่าได้แล้ว ผู้ออกแบบเห็นว่าจำเป็นต้องมีการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพกับวัสดุอุปกรณ์ที่ระบุไว้ โดยใช้สถานที่ทดสอบที่ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ออกแบบและผู้ควบคุมงานก่อน และค่าใช้จ่ายใดๆ ที่เกิดขึ้นก็ตาม ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

รายชื่อผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในโครงการ

ประเทศผู้ผลิต

- Cleanroom Control Unit (ORCU, AICU, CRU)
 - Analyst Local
 - En-Hygienic Local
 - AL-KO Germany
- Negative Pressure Control Unit (NPU)
 - Analyst Local
 - En-Hygienic Local
 - AL-KO Germany
- Heat Recovery Condensing Unit (WHCDU)
 - Analyst Local

	En-Hygienic	Local
	MUNTERS	USA
4. Air Filtration		
	En-Hygienic	Local
	Japan Air Fitter	Japan
	American Air Filter	USA
	Camfil Farr	USA/Sweden
5. Copper Tube		
	M&E	USA
	HANA	USA
	N.B.C	Japan
6. Galvanized Steel Sheet		
	Thai Galvanized Steel	Local
	Singha	Local
	Blue Scope Steel	Local
7. Diffusers, Grilles & Louvers		
	Komfort Flow	Local
	Flothru	Local
	AS&D	Local
	Esco Flow	Local
8. Direct Digital Control (DDC.)		
	Analyst	Local
	En-Hygienic	Local
	Honeywell	USA
9. Electronic Frequency Control (EFC)		
	ABB	Switzerland
	Siemens	Germany
	En-Hygienic	Local
10. Temp & Humidity Sensor		
	Analyst	Local
	En-Hygienic	Local
	Honeywell	USA
11. Diff. Pressure Switch		
	HUBA Control	Switzerland
	Siemens	Germany
	En-Hygienic	Local
12. Pressure Gauge		
	Dwyer	USA

	Siemens	Germany
	Safe Gauge	Taiwan
	HK	Finland
13. Diff. Pressure Air Flow Sensor		
	Analyst	Local
	En-Hygienic	Local
	Dwyer	USA
14. Room Diff. Pressure Sensor		
	Analyst	Local
	En-Hygienic	Local
	Dwyer	USA
15. Back Stee Pipe , Galvanized Stee Pipe		
	Thai Unian	Local
	Siam Stee Pipe	Local
	Saha Thai Steel Pipe	Local
	KLM	Local
16. PVC Pipe		
	Thai Pipe	Local
	Cement Thai Pipe	Local
	Bangkok Paiboon Pipe	Local
17. Closed Cell Foamed Elastomer Insulation		
	Aeroflex	Local
	Amaflex	USA
	Maxflex	Local
18. Pipe Insulation		
	Aeroflex	Local
	Amaflex	USA
	Maxflex	Local
19. Gate Valve		
	Kitz	Japan
	Toyo	Japan
	Crane	UK
20. Drain Valve		
	Kitz	Japan
	Toyo	Japan
	Crane	USA
21. Butterfly Valve		
	Kitz	Japan

Key Stone	USA
Crane	Japan
22. Dynamic Balancing and Temperature Control Valves (PICV)	
Flowcon	USA
Griswold	USA
Flowmate	Local
23. Flexible Connecor	
Tozen	USA
Mason-Flex	USA
Metraflex	USA
24. Y – Strainer	
Kitz	Japan
Crane	UK
Toyo	Japan
25. Automatic Air Vent	
Armstrong	USA
Valmatic	USA
Cla-Val	USA
26. Flow Switch	
Honeywell	USA
Barber Colman	USA
Johnson Control	USA
27. Pressure Gauge, Thermometer	
Weiss	USA
Weksler	USA
Trerice	USA
28. Ceiling Fan, Exhaust Fan	
Panasonic	Japan
Kruger	Switzerland
National	Japan
Mitsubishi	Japan
Ruck	Germany

หมายเหตุ: ในกรณีรายละเอียดประกอบแบบมีข้อกำหนดไม่ตรงกับรายละเอียดแบบให้ยึดถือตามความ
เหมาะสมและประโยชน์ในการใช้งานโดยคณะกรรมการผู้ควบคุมงานเป็นผู้พิจารณาเห็นชอบ