

# รายงานมาตรฐานการก่อสร้างและรายละเอียดประกอบแบบ

งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

งานจ้างออกแบบก่อสร้างอาคารสำนักงานและที่พักอาศัยกรมสรรพากร

แขวงคลองตันเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร

สัญญาจ้างเลขที่ DAD-1-04-0070-67



ผู้ว่าจ้าง



บริษัท ธนารักษ์พัฒนาสินทรัพย์ จำกัด

ผู้ให้บริการ

บริษัท เน็กซ์คอน จำกัด



ตุลาคม 2567

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
ส่วนที่ 1 รายละเอียดข้อกำหนดทั่วไป.....	2
ส่วนที่ 2 ขอบเขตงาน (SCOPE OF WORK).....	16
ส่วนที่ 3 รายละเอียดข้อกำหนดทางเทคนิค .....	21
1. เครื่องทำน้ำเย็น (WATER COOLED WATER CHILLER) .....	21
2. หอผึ่งน้ำ (COOLING TOWER).....	26
3. เครื่องส่งลมเย็น .....	29
4. เครื่องจ่ายลมเย็น (FAN COIL UNIT) .....	32
5. ระบบควบคุมอุณหภูมิโดยอัตโนมัติ (AUTOMATIC TEMPERATURE CONTROL).....	34
6. เครื่องสูบน้ำเย็น และน้ำหล่อเย็น (CHILLED WATER & CONDENSER WATER PUMP).....	38
7. ท่อน้ำ (WATER PIPING) และอุปกรณ์ (ACCESSORIES).....	40
8. การติดตั้งท่อน้ำ (PIPING INSTALLATION).....	43
9. วาล์ว และอุปกรณ์ (VALVE & ACCESSORIES).....	47
10. ฉนวน .....	50
11. ระบบปรับสภาพน้ำ (WATER TREATMENT SYSTEM) .....	51
12. การทาสี.....	54
13. ท่อลม .....	56
14. พัฒลมระบายอากาศ.....	62
15. เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (SPLIT TYPE AIR CONDITIONER).....	65
16. แผ่นกรองอากาศ (AIR FILTER).....	67
17. เครื่องปรับอากาศแบบ VARIABLE REFRIGERANT FLOW (VRF) .....	70
18 ระบบจัดการเครื่องทำน้ำเย็นโดยอัตโนมัติ (Chiller Plant Manager, CPM) .....	73
19. รายละเอียดข้อกำหนดสำหรับระบบทำความสะอาดท่อคอนเดนเซอร์แบบอัตโนมัติ .....	82
20. ระบบไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศ และระบายอากาศ .....	83
21. มอเตอร์ (MOTOR).....	86
22. ระบบท่อร้อยสายไฟ (CONDUIT SYSTEM) .....	88
23. สายไฟ (CONDUCTOR).....	89
ส่วนที่ 4 การจัดทำ COMMISSIONING, TESTING, TRAINING & MAINTENANCE .....	91
OPERATING MANUAL, GARUNTEE และ SERVICE .....	91
ส่วนที่ 5 รายการวัสดุและอุปกรณ์ที่อนุมัติให้ใช้.....	97

## ส่วนที่ 1

### รายละเอียดข้อกำหนดทั่วไป

#### 1. คำจำกัดความ (DEFINITION)

- 1.1.1 ผู้ว่าจ้าง หมายถึง เจ้าของโครงการที่ได้ลงนามในสัญญา
- 1.1.2 วิศวกร หมายถึง วิศวกรผู้ออกแบบ หรือวิศวกรผู้ที่ได้รับมอบอำนาจในการดูแลงานออกแบบจากผู้ว่าจ้าง
- 1.1.3 ผู้ควบคุมงาน หมายถึง วิศวกร หรือนายช่างผู้ที่ได้รับมอบอำนาจจากผู้ว่าจ้างให้ทำหน้าที่ควบคุมการดำเนินงานของผู้รับจ้าง ให้เป็นไปตามแบบประกอบสัญญาและรายละเอียดข้อกำหนด
- 1.1.4 ผู้รับจ้าง หมายถึง นิติบุคคลและตัวแทนหรือลูกจ้างของนิติบุคคลที่ลงนามเป็นคู่สัญญากับเจ้าของโครงการ
- 1.1.5 แบบประกอบสัญญา หมายถึง แบบที่ใช้ในการติดตั้งทั้งหมด ที่ใช้ประกอบในการทำสัญญาว่าจ้าง รวมทั้งแบบที่ใช้ในการติดตั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข และ/หรือ เพิ่มเติมโดยผ่านความเห็นชอบของผู้ว่าจ้าง วิศวกร และผู้ควบคุมงานแล้ว
- 1.1.6 รายละเอียดข้อกำหนด หมายถึง ข้อความที่ใช้กำหนดและควบคุมงานติดตั้งวัสดุ และอุปกรณ์ วิธีการทำงาน ฝีมือการทำงานและข้อตกลงต่างๆ ที่เกี่ยวกับงานติดตั้งที่มีปรากฏ หรือไม่มีปรากฏในแบบที่ใช้ในการติดตั้งตามสัญญานี้
- 1.1.7 การอนุมัติ หมายถึง การอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าจ้าง วิศวกร หรือผู้มีอำนาจหน้าที่ในการอนุมัติ

#### 2. ขอบเขตของรายละเอียดข้อกำหนด (SCOPE OF SPECIFICATION)

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา ติดตั้ง ทดสอบ และตรวจรับวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ และการบริการดูแลการทำงานของเครื่องจักร วัสดุและอุปกรณ์พร้อมทั้งอำนวยความสะดวกอื่นๆ ที่จำเป็นเพื่อให้งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ เสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ดังแสดงไว้ในแบบประกอบสัญญา และ/หรือรายละเอียดข้อกำหนด (SPECIFICATION) นี้ทุกประการ และเพื่อให้งานสำเร็จลุล่วงตามความมุ่งหมายของผู้ว่าจ้างอย่างเรียบร้อยและเป็นที่ยอมรับของผู้ว่าจ้าง ในกรณีที่ข้อความหรือรายละเอียดในรายละเอียดข้อกำหนดนี้ มีข้อขัดแย้งกัน และ/หรือแตกต่างไปจากแบบประกอบสัญญา ให้ผู้รับจ้างแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรให้วิศวกร หรือผู้ควบคุมงานทราบในทันที โดยระบุข้อขัดแย้งหรือข้อแตกต่างให้เป็นที่ชัดเจนเพื่อให้ผู้ออกแบบพิจารณา ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายที่อาจเกิดขึ้นหากกระทำไปผิดจากการวินิจฉัยของวิศวกร

#### 3. แบบประกอบสัญญา (DRAWINGS)

แบบประกอบสัญญาจ้างเหมา เป็นเพียงแผนผังและหลักการแสดงการทำงานของระบบตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้างเท่านั้น ในการติดตั้งจริงผู้รับจ้างต้องตรวจสอบกับแบบสถาปัตยกรรม แบบโครงสร้าง และแบบงานระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกันไปด้วยกรณีที่ต้องแก้ไขปรับปรุงงานบางส่วนจากแบบเดิมที่กำหนดไว้ เพื่อให้การ



ติดตั้งงานระบบถูกต้องได้คุณภาพตามความต้องการแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องเสนอเพื่อการขออนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษร จากผู้ออกแบบก่อนการแก้ไข

#### 4. มาตรฐาน และข้อบังคับ (STANDARD AND CODE)

ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ให้เป็นไปตามมาตรฐานและข้อบังคับที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

ก. ASHRAE	AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING, AND AIR CONDITIONING ENGINEER
ข. AMCA	AIR MOVEMENT AND CONTROL ASSOCIATION
ค. ASTM	AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS
ง. ARI	AIR CONDITIONING AND REFRIGERATION INSTITUTE
จ. ASA	AMERICAN STANDARD ASSOCIATION
ฉ. ASME	AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEER
ช. API	AMERICAN PETROLIUM INSTITUTE
ซ. JIS	JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD
ณ. MSS	MATERIAL STANDARD SOCIETY
ญ. MEA	METROPOLITAN ELECTRICITY AUTHORITY
ฎ. NEC	NATIONAL ELECTRIC CODE
ฏ. NEMA	NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION
ฐ. SMACNA	SHEET METAL AND AIR CONDITIONING CONTRACTORS NATIONAL ASSOCIATION
ฑ. TIS (มอก.)	THAI INDUSTRIAL STANDARD
ฒ. UL	UNDERWRITERS' LABORATORIES
ณ. กฎกระทรวงฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2535)	ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522
ด. กฎกระทรวงฉบับที่ 50 และ 55	
ต. พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535	
ถ. อื่นๆ ที่ระบุ	

## 5. วัสดุและอุปกรณ์ (MATERIALS AND EQUIPMENT)

- 5.1 วัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการติดตั้งงานนี้ จะต้องได้มาตรฐานตามที่ได้ระบุไว้ในรายละเอียดข้อกำหนดนี้ และผลิตจากโรงงานที่มีชื่อเสียงเป็นที่ยอมรับของวิศวกร
- 5.2 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานติดตั้งนี้ จะต้องมีความปลอดภัย ประสิทธิภาพการทำงาน และอายุใช้งานสูง วัสดุที่ใช้ทั้งหมดจะต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยใช้งานหรือถูกระงับการใช้จากหน่วยงานอื่นมาก่อนและไม่มี การชำรุดบกพร่องใดๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะต้องไม่มีคุณภาพต่ำกว่าที่ได้กำหนดไว้ กรณีที่วัสดุและ อุปกรณ์ชำรุด หรือเสียหายซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการติดตั้งหรือทดสอบจะต้องได้รับการซ่อมแซม หรือ เปลี่ยนใหม่ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้
- 5.3 ในการเสนอราคาวัสดุ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่กำหนดไว้ในรายการเสนอราคา จะต้องระบุชื่อผู้ผลิต ประเทศที่ผลิต ชื่อทางการค้า และแคตตาล็อกอ้างอิงโดยระบุรุ่น ขนาด และข้อกำหนดทางเทคนิคให้ ชัดเจน ซึ่งจัดเตรียมโดยผู้เสนอราคาภายใต้เงื่อนไขการเสนอราคา ในกรณีที่มีการกำหนดชื่อของวัสดุ หรืออุปกรณ์ตั้งแต่สองชื่อขึ้นไป ผู้เสนอราคาสามารถเลือกใช้อย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ระบุไว้ได้
- 5.4 วัสดุและอุปกรณ์ที่ระบุไว้ในแบบ และในรายละเอียดข้อกำหนดที่ผู้รับจ้างจะนำมาใช้จะต้องส่งตัวอย่าง วัสดุและอุปกรณ์ หรือแคตตาล็อกพร้อมทั้งรายละเอียดคุณสมบัติที่สมบูรณ์ให้ผู้ออกแบบพิจารณา อนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรก่อนนำไปสั่งซื้อหรือใช้งาน ถ้าผู้รับจ้างสั่งซื้อและ/หรือนำวัสดุหรืออุปกรณ์ ไปใช้งาน โดยมิได้รับความเห็นชอบจากผู้ออกแบบแล้ว ปรากฏว่าวัสดุหรืออุปกรณ์นั้นๆ ไม่ถูกต้อง ตามแบบและรายละเอียดข้อกำหนด ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการรื้อถอนเพื่อเปลี่ยนวัสดุ หรืออุปกรณ์นั้นเอง ทั้งนี้ตัวอย่างวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมด ที่ผ่านการอนุมัติจากผู้ออกแบบแล้ว จะใช้เป็น มาตรฐานสำหรับเปรียบเทียบกับวัสดุและอุปกรณ์ ที่จะติดตั้งต่อไป
- 5.5 ข้อกำหนดรายละเอียดหรือแบบประกอบสัญญาที่เขียนไว้ที่ไม่ได้แสดงรายละเอียดของวัสดุและ อุปกรณ์ทุกชนิด หรือแสดงการติดตั้งแต่อย่างใด เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องคำนึงถึง วัสดุและ อุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับงานติดตั้งแต่ละชิ้นนั้นๆ ให้เสร็จสมบูรณ์ วัสดุและอุปกรณ์ใดๆ ก็ตาม ที่ แสดงไว้ในแบบประกอบสัญญา แต่ไม่ได้กำหนด หรือชี้บ่งไว้ในรายละเอียดข้อกำหนด และไม่ได้แสดง ไว้ในแบบประกอบสัญญา ถ้าจำเป็นที่จะต้องใช้เพื่อให้งานแล้วเสร็จสมบูรณ์ถูกต้องตามมาตรฐานการ ติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาให้โดยตลอด
- 5.6 เครื่องมือ เครื่องใช้และเครื่องช่วยผ่อนแรงที่ผู้รับจ้างนำมาใช้ในงานนี้ ต้องมีประสิทธิภาพ ความ ปลอดภัย และเป็นชนิดที่เหมาะสมรวมทั้งต้องมีจำนวนเพียงพอกับปริมาณงาน ทั้งนี้ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะ ขอให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มเติมจำนวนให้เหมาะสมกับการใช้งาน
- 5.7 คุณภาพฝีมือ
  - ก. วัสดุอุปกรณ์ทุกชนิดจะต้องผลิตด้วยความประณีต และใช้มาตรฐานการผลิตสูง
  - ข. เหล็กแผ่น และเหล็กรูปตัด

เหล็กแผ่น และเหล็กรูปตัด จะต้องมีความเรียบและตรง ถ้าหากจะตัด ต้องให้ตรง จะต้องหลีกเลี่ยงการใช้ค้อนทุบให้มากที่สุด หลังจากตัดชิ้นงานเหล็กแล้วปลายที่ถูกตัดจะต้องอยู่ในสภาพเกลี้ยง และสะอาดปราศจากรอยขรุขระ ในกรณีที่เป็นชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่ จำเป็นที่จะต้องตัดด้วยไฟแก๊ส จะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยที่อาจเกิดขึ้นได้ และส่วนปลายที่ตัดต้องทำความสะอาดหรือเจียรให้เรียบ

#### ค. การเชื่อมโลหะ (Welding)

ขบวนการเชื่อมโลหะ จะต้องเชื่อมติดตลอดผิวหน้าของรอยต่อโดยปราศจากจุดบกพร่องทั้งภายในและภายนอก ปลายที่จะนำมาต่อเชื่อมจะต้องเตรียมให้เหมาะสมละเอียดและมีผิวหน้าที่สะอาดเพียงพอในการก่อสร้าง วิธีการเชื่อมโลหะและผู้เชื่อมจะต้องมีการทดสอบและได้ประกาศนียบัตรจากสถาบันฝีมือแรงงาน

### 6. การตรวจสอบแบบ และรายละเอียดข้อกำหนด

- 6.1 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบและรายละเอียดข้อกำหนดต่างๆ จนแน่ใจว่าเข้าใจถึงข้อกำหนดและเงื่อนไขต่างๆ อย่างชัดเจน
- 6.2 เมื่อมีข้อสงสัยขัดแย้งหรือข้อผิดพลาดระหว่างแบบ และรายละเอียดข้อกำหนดต่างๆ ให้สอบถามจากผู้ควบคุมงานโดยตรง และการตีความในข้อขัดแย้งใดๆ ให้ตีความไปในแนวทางที่ดีกว่าถูกต้องกว่า การใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่มีคุณภาพดีกว่าและครบถ้วนกว่า
- 6.3 การคลาดเคลื่อน การตกหล่น หรือความผิดพลาดอื่นเนื่องมาจากแบบแปลนหรือรายละเอียดข้อกำหนด จะต้องถือว่าเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่จะติดต่อสอบถามวิศวกรผู้ออกแบบ เพื่อชี้แจงแก้ไขแบบแปลนให้ถูกต้องก่อนที่จะลงมือทำการก่อสร้าง หรือติดตั้งอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ทั้งนี้หากจะต้องทำการปรับปรุงงานบางส่วน จากแบบที่ได้แสดงไว้ โดยที่เห็นว่าเป็นความจำเป็นที่จะทำให้การติดตั้งงานระบบถูกต้องได้คุณภาพตามความต้องการแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม
- 6.4 ผู้รับจ้างจะต้องศึกษารายละเอียดการติดตั้งจากแบบสถาปัตยกรรมและโครงสร้าง พร้อมๆ กันไปกับแบบทางวิศวกรรมเครื่องกล (ระบบปรับอากาศ ระบายอากาศและระบบสุขาภิบาล) และระบบไฟฟ้าก่อนดำเนินการติดตั้งเสมอ

## 7. แผนงานและรายงานความคืบหน้าของงาน (WORKING SCHEDULE AND PROGRESS REPORT)

- 7.1 ผู้รับจ้างจะต้องกำหนดตารางแผนงานและรายละเอียดประกอบการประสานงานทั้งทางด้านช่าง การขนส่งของ การติดตั้ง และกำหนดเวลางานแล้วเสร็จแต่ละขั้นตอน เพื่อป้องกันอุปสรรคและความล่าช้าต่างๆ อันอาจเป็นผลกระทบกระเทือนต่อการแล้วเสร็จสมบูรณ์ของงานทั้งหมดส่งต่อผู้ว่าจ้าง และผู้ควบคุมงานเป็นระยะๆ การจัดทำตารางแผนงานนี้จะต้องได้รับการปรับปรุงให้ทันสมัยสอดคล้องกับแผนงานก่อสร้างอยู่เสมอ
- 7.2 ผู้รับจ้างจะต้องส่งแผนงานในการทำงาน ระยะเวลาในการติดตั้ง และรายงานความคืบหน้าของงานทุกๆ เดือนต่อผู้ว่าจ้าง และผู้ควบคุมงานคนละ 1 ชุด ในเวลาที่กำหนดโดยผู้ควบคุมงาน จนกว่างานจะแล้วเสร็จ
- 7.3 ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งจำนวนวิศวกร ช่าง และพนักงานอื่นๆ ที่จะเข้าทำงานในสถานที่ให้ผู้ว่าจ้างทราบเพื่อขออนุญาตก่อนเข้าทำงานอย่างน้อย 1 วัน ก่อนทำงาน
- 7.4 ผู้รับจ้างจะต้องให้รายละเอียดการทำแผนงาน การทำรายงานและรายละเอียดอื่นๆ ตามที่ผู้ควบคุมงานกำหนดให้

## 8. แบบรายละเอียดการติดตั้ง (SHOP DRAWINGS)

- 8.1 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อการเตรียม SHOP DRAWINGS สำหรับงานติดตั้งวัสดุ และอุปกรณ์ที่จะใช้ในการติดตั้ง หรือตามความต้องการของวิศวกร ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อการติดตั้งวัสดุและอุปกรณ์ทุกชิ้น โดยจะต้องทำการวัดสถานที่จริงเทียบกับแบบแปลนก่อสร้าง รายละเอียดการติดตั้งและร่วมมือกับงานโครงสร้าง และงานระบบอื่นๆ ในการส่งแบบแปลนให้ผู้ควบคุมงาน เพื่อขออนุมัติจากผู้ควบคุมงาน และจะต้องไม่ทำการติดตั้งวัสดุและอุปกรณ์ใดๆ จากโรงงานจนกว่าจะได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน เป็นลายลักษณ์อักษร
- 8.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแบบรายละเอียดการติดตั้ง และการจัดเรียงอุปกรณ์ต่างๆ ทุกชนิดที่จำเป็น หรือตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นว่าจำเป็นเสนอต่อผู้ควบคุมงาน โดยต้องมีวิศวกรผู้รับผิดชอบของผู้รับจ้างทำการตรวจสอบแบบรายละเอียดการติดตั้งให้ถูกต้องตามความต้องการใช้งาน และการติดตั้ง ตามข้อแนะนำของผู้ผลิตพร้อมทั้งลงนามรับรองและลงวันที่กำกับบนแบบที่เสนอขออนุมัติทุกแผ่นจำนวน 5 ชุด เพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง ไม่น้อยกว่า 15 วัน โดยผู้ควบคุมงานจะตรวจสอบ และแจ้งต่อผู้รับจ้างภายใน 7 วัน หากมีการอนุมัติ ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไข และส่งให้ใหม่ภายใน 7 วัน หลังจากหลังจากที่ได้รับแจ้ง
- 8.3 ผู้รับจ้างจะต้องศึกษาทำความเข้าใจ แบบสถาปัตยกรรม แบบโครงสร้าง แบบตกแต่งภายใน และแบบงานระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกันรวมทั้งตรวจสอบสถานที่ติดตั้งจริง เพื่อให้การจัดทำแบบรายละเอียดการติดตั้ง เป็นไปโดยถูกต้องและไม่เกิดอุปสรรคกับผู้รับจ้างอื่นๆ จนเป็นสาเหตุให้กำหนดการของโครงการต้องล่าช้า

- 8.4 แบบรายละเอียดการติดตั้งจะต้องแสดง PLAN VIEW, ELEVATION VIEW และ SECTION ตามความจำเป็น และมีมาตราส่วนตามที่ผู้ควบคุมงานกำหนด โดยแสดงรายละเอียดการติดตั้ง การประกอบ การเสริม การสร้าง การสร้างการยึดจับขนาดของชิ้นส่วนต่างๆ ตลอดจนแสดงการสัมพันธ์กับงานระบบอื่นๆ อย่างสมบูรณ์ ผู้ควบคุมงานมีอำนาจและหน้าที่สั่งการให้ผู้รับจ้างจัดเตรียมแบบขยายแสดงการติดตั้งส่วนหนึ่งส่วนใดของงานระบบที่เห็นจำเป็นเพิ่มเติมได้ และในกรณีแบบรายละเอียดการติดตั้งของผู้รับจ้างแตกต่างไปจากแบบประกอบสัญญา ผู้รับจ้างต้องจัดทำสารบัญรายการที่แตกต่าง และใส่เครื่องหมายแสดงการเปลี่ยนแปลงกำกับทุกครั้ง พร้อมทั้งลงนามรับรองและลงวันที่ในการแก้ไขครั้งนั้นกำกับ
- 8.5 ในการดำเนินการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการตามแบบรายละเอียด การติดตั้งที่ผ่านการอนุมัติแล้วเท่านั้น งานส่วนใดก็ตามที่กระทำไปก่อนได้รับการอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรให้ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง โดยวิศวกรสงวนสิทธิ์ที่จะเรียกร้องให้ผู้รับจ้างเพิ่มเติมงานบางส่วน และ/หรือ ให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลงงานส่วนที่ได้ติดตั้งไปแล้ว ให้สอดคล้องกับแบบและข้อกำหนดโดยผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น
- 8.6 วิศวกรและผู้ควบคุมงาน ไม่ใช่เป็นบุคคลที่ทำหน้าที่ตรวจแบบให้ผู้รับจ้าง การอนุมัติ SHOP DRAWINGS เพื่อให้สามารถทำงานในขั้นตอนต่อไปได้ การอนุมัตินี้จะไม่ทำให้ผู้รับจ้างพ้นสภาพจากการรับผิดชอบต่อ การติดตั้ง และการบริการต่างๆ เพื่อให้งานเสร็จตรงกับจุดประสงค์ของข้อกำหนดและแบบแปลน
- 8.7 การอนุมัติรูปแบบและเอกสารต่างๆ จากวิศวกรและผู้ควบคุมงาน จะต้องไม่ถือว่าเป็นการตรวจที่เสร็จสมบูรณ์ งานต่างๆ ที่ได้กระทำลงไปก็ยังคงถือว่าอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น หากผู้ควบคุมงานตรวจพบข้อผิดพลาดในภายหลัง ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง

## 9. แบบที่ติดตั้งจริง (REPRODUCIBLE AS BUILT DRAWING)

ในระหว่างดำเนินการติดตั้งระบบ ผู้รับจ้างต้องทำแบบตามที่ติดตั้งจริงแสดงตำแหน่งของวัสดุ และอุปกรณ์ รวมทั้งการแก้ไขอื่นๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างการติดตั้งโดยมีมาตราส่วน 1:100 สำหรับแบบแปลนและใช้มาตราส่วน 1:25 สำหรับแบบขยายรายละเอียดการติดตั้ง จำนวน 1 ชุด เสนอต่อผู้ควบคุมงานเพื่อตรวจสอบเป็นระยะๆ หรือทุกครั้งที่ผู้ควบคุมงานจะร้องขอให้ผู้รับจ้างทำส่ง ทั้งนี้ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบที่ติดตั้งจริง ให้เสร็จก่อนการปิดฝา เพดาน การก่อผนังปิดหรือถมดิน และภายหลังจากที่งานติดตั้งทั้งระบบแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบแบบที่ติดตั้งจริงที่ลงนามรับรองความถูกต้องโดยผู้รับจ้าง และที่ผู้ควบคุมงานได้ตรวจสอบแล้วดังกล่าวรวมถึง OPERATION AND MAINTENANCE MANUAL ที่ให้ ENGINEERING DATA และ PARTS LIST ของอุปกรณ์ในระบบทุกชิ้นแก่ผู้รับจ้างจำนวน 5 ชุด พิมพ์เขียวพับเล่ม พร้อมทั้งต้นฉบับกระดาษไข 1 ชุด และ FILE ลง CD 1 แผ่นของแบบที่ติดตั้งจริง ในวันส่งมอบงาน



## 10. การแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบ รายละเอียดข้อกำหนดและวัสดุอุปกรณ์

- 10.1 การเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานที่ผิดไปจากแบบและรายละเอียดข้อกำหนด อันเนื่องมาจากความจำเป็นในการปฏิบัติงานหรือด้วยเหตุอื่นใดก็ตาม ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานรับทราบ เพื่อขออนุมัติความเห็นชอบก่อนดำเนินการ
- 10.2 ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ของผู้รับจ้างมีลักษณะคุณสมบัติ อันเป็นเหตุให้อุปกรณ์รายการที่กำหนดไว้ เกิดความไม่เหมาะสมหรือทำงานไม่ถูกต้อง ผู้รับจ้างต้องไม่เพิกเฉยละเลยที่จะแจ้งขอความเห็นชอบจากผู้คุมงานในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงให้ถูกต้อง โดยชี้แจงแสดงหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิต มิฉะนั้นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นแต่เพียงผู้เดียว
- 10.3 ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในกรณีดังกล่าวข้างต้น ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้น
- 10.4 ในกรณีที่มีการแก้ไขและเปลี่ยนแปลงแบบจากวิศวกร และ/หรือ ผู้ว่าจ้าง ก่อนที่ผู้รับจ้างจะปฏิบัติงานและติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบถึงผลกระทบต่องานที่เกี่ยวข้อง และที่อาจดำเนินการไปแล้ว พร้อมทั้งแจ้งผลดังกล่าว (หากมี) ให้วิศวกร ผู้ว่าจ้าง หรือผู้ควบคุมงานทราบทันที มิฉะนั้นผลกระทบต่ออาจเกิดขึ้นจะเป็นภาระของผู้รับจ้าง
- 10.5 ในกรณีที่มีการแก้ไข หรือเปลี่ยนแปลงแบบจากวิศวกร หรือผู้รับจ้าง เพื่อให้งานติดตั้งระบบเหมาะสมกับสภาพหรือสถานที่ก่อสร้าง และ/หรือ เป็นการแก้ไขในรายละเอียดปลีกย่อย ให้ผู้รับจ้างสามารถจัดทำเป็นแบบ SHOP DRAWINGS เสนอเพื่อการอนุมัติและติดตั้งต่อไปได้

## 11. งานที่เกี่ยวข้องต่อสิ่งก่อสร้าง

- 11.1 ในตำแหน่งที่ท่อน้ำ, ท่อลม, ท่อร้อยสายไฟฟ้าและชิ้นส่วนของอุปกรณ์ต่างๆ จะต้องผ่านคาน กำแพง พื้นคอนกรีต หรือสิ่งก่อสร้างอื่นๆ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบ และกำหนดตำแหน่งที่ท่อต่างๆ จะผ่านและจัดเตรียมวางท่อปลอก (SLEEVE) หรือกรอบโลหะสี่เหลี่ยม (BLOCK OUT) โดยประสานงานกับผู้รับจ้างก่อสร้างในการวางท่อ, ปลอกและกรอบสี่เหลี่ยม สำหรับช่องต่างๆ ที่ต้องการไว้ก่อนที่งานก่อสร้างจะไปถึง
- 11.2 ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ดำเนินการปิดช่องท่อ และช่องเปิดต่างๆ ซึ่งทางโครงสร้างเตรียมไว้ให้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์งานระบบหลังจากได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ และท่อของงานระบบแล้ว ผู้รับจ้างต้องดำเนินการปิดช่องดังกล่าวให้เรียบร้อยโดยใช้เหล็กฉากโครงสร้างหนาไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร จัดทำเป็นวงกบปิดช่องเปิดโดยรอบ ตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้าง หรือผู้ที่ผู้ว่าจ้างมอบหมาย ช่องว่างระหว่างอุปกรณ์ และท่อกันทางโครงสร้างอาคารที่เป็นผนังกันไฟ ต้องอุดแน่นด้วยวัสดุที่สามารถทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง
- 11.3 ผู้รับจ้างจะต้องประสานงานในการจัดทำแท่นเครื่อง และอุปกรณ์รองรับน้ำหนักเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ตามหลักวิชาการ และให้มีความแข็งแรงสามารถรับน้ำหนัก และทนการสั่นสะเทือน ขณะเปิดใช้งานได้เป็นอย่างดี และต้องจัดทำรายละเอียดเสนอ ผู้คุมงานพร้อมให้ข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ของแท่นเครื่องเช่น ขนาด น้ำหนัก และตำแหน่ง แก้ววิศวกรผู้ควบคุมงานและวิศวกรที่เกี่ยวข้องทราบล่วงหน้า

ก่อนการจัดทำแทนเครื่องไม่น้อยกว่า 10 วัน การให้ข้อมูลผิดพลาดหรือไม่ครบถ้วน อันก่อให้เกิดผลเสียหายหรือความล่าช้าของงานก่อสร้าง ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมด

- 11.4 ในการติดตั้งอุปกรณ์ใดๆ ห้ามผู้รับจ้างตัดหรือเจาะส่วนหนึ่ง ส่วนใดของโครงสร้าง หรือส่วนตกแต่งของอาคารก่อนที่จะได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน
- 11.5 ในกรณีที่ผู้รับจ้างมิได้กำหนดตำแหน่งที่ท่อผ่านโครงสร้างไว้หรือกำหนดไว้ผิดที่และต้องทำการเจาะหรือตกแต่งสิ่งก่อสร้างใหม่ไม่ว่ากรณีใดๆ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ทั้งหมด
- 11.6 สำหรับท่อปลอก (SLEEVE) ที่ผ่านกำแพงภายในนั้น ให้ใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี (GALVANIZED STEEL PIPE) SCHEDULE 40 หรือ BS 1387 CLASS MEDIUM โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในใหญ่กว่าเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของท่อที่ไม่มีฉนวนความร้อนหรือใหญ่กว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อเมื่อรวมฉนวนความร้อนแล้ว 1 ขนาดท่อ และทำการอุดช่องว่างที่ท่อกลมด้วยท่อปลอกที่ทะลุองค์อาคารที่ทนไฟจะต้องอุดช่องว่างโดยรอบทั้งผิวนอกและผิวในท่อปลอกด้วยวัสดุอุดทนไฟอย่างน้อย 2 ชั่วโมง
- 11.7 ท่อต่างๆ ที่ผ่านผนังและพื้นที่กันน้ำซึมจะต้องติดตั้งให้กันน้ำซึม ในกรณีของท่อเข้าออกบ่อเก็บกักน้ำอนุญาตให้ใช้ท่อ STAINLESS STEEL SCH.40 ที่มีแผงสกัดน้ำ (WATER STOP) ตามแบบฝังไว้ในผนังและใช้เป็นส่วนของท่อได้
- 11.8 Flashing สำหรับพื้นและหลังคาจะต้องใช้ Flashing Rings และจะต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกร
- 11.9 ผู้รับจ้างจะทำการตัดปะ และ Flashing เพื่อติดตั้งท่อและตะแกรงระบายน้ำให้เป็นไปตามแบบ Shop Drawings ที่ได้รับอนุมัติแล้วเท่านั้น ห้ามทำการตัดปะ และ Flashing โครงสร้างที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว หากจะกระทำต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อนเท่านั้น
- 11.10 เมื่อมีท่อต่างๆ ที่ไหลหรือทะลุผ่านฝาผนัง พื้นหรือแผงกันห้องที่มองเห็นต้องจะต้องอุดช่องว่างระหว่างท่อหรืออุปกรณ์ และโครงสร้างและต้องครอบด้วย Escutcheons ที่ทำด้วยแผ่นเหล็กชุบโครเมียม หรือทาสีให้เข้ากับพื้นผิวบริเวณนั้นๆ โดยให้มีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะปิดช่องรอบๆ ท่อได้อย่างมิดชิดและเมื่อติดตั้งแล้วต้องแลดูสวยงามเรียบร้อยปราศจากรอยชำรุดใดๆ
- 11.11 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ ACCESS DOOR หรือช่องทางเข้าถึงเครื่องจักรและอุปกรณ์ เพื่อให้ทำการซ่อมบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่างๆ ได้โดยสะดวก
- 11.12 ผู้รับจ้างระบบปรับอากาศจะต้องเป็นผู้ทำการขุดดินและตกแต่งดินหลังจากการขุดในงานเกี่ยวกับระบบปรับอากาศ

## 12. การประสานงานร่วมกับผู้รับจ้างงานระบบอื่นๆ

ผู้รับจ้างจะต้องประสานงานกับผู้รับจ้างงานระบบอื่นๆ เพื่อให้งานดำเนินไปโดยเรียบร้อยโดยจะต้องให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูล และความสะดวกต่างๆ แก่ผู้รับจ้างงานระบบอื่นๆ ตามความจำเป็น หากมีผลเสียหายต่อโครงการ อันเนื่องมาจากการจงใจละเลยต่อความร่วมมือดังกล่าว ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะเรียกร้องความเสียหายที่เกิดขึ้นต่อผู้รับจ้าง

### 13. การใช้พลังงานไฟฟ้า และอุปกรณ์อื่นๆระหว่างการก่อสร้าง

- 13.1 ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการ และรับผิดชอบเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการต่อสายไฟฟ้า สายโทรศัพท์ ท่อน้ำประปาและท่อน้ำอื่นๆ รวมทั้งมาตรวัดต่างๆ ชั่วคราว ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ และค่าใช้จ่ายขณะใช้งานด้วย
- 13.2 ค่าใช้จ่ายต่างๆ ในข้อ 13.1 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบตั้งแต่วันเริ่มเตรียมการระหว่างการก่อสร้างจนกระทั่งวันส่งมอบงานเรียบร้อยแล้ว
- 13.3 การรื้อถอนวัสดุและอุปกรณ์ที่ต้องใช้งานชั่วคราว จะต้องกระทำให้อยู่ในสภาพดีเช่นเดิมหลังจากการส่งมอบงานแล้ว ถ้าหากมีสิ่งใดบกพร่องเสียหายขณะรื้อถอนยังคงอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างเช่นกัน
- 13.4 ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการติดตั้งระบบไฟฟ้าชั่วคราวสำหรับแสงสว่างและอุปกรณ์อื่นๆ ตามจุดต่างๆ ภายในอาคาร ซึ่งมีความจำเป็นสำหรับการปฏิบัติงานหรือการตรวจสอบของผู้ควบคุมงาน ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งดวงโคมสำหรับแสงสว่างชั่วคราวนี้ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น
- 13.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ดับเพลิงติดตั้งในบริเวณต่างๆ ที่ผู้รับจ้างปฏิบัติงานอย่างเพียงพอ

### 14. การเก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์

ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหาสถานที่เก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งภายในบริเวณสถานที่ก่อสร้างอาคาร เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ดังกล่าว จะยังคงเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับจ้างทั้งหมด ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อการสูญหาย เสื่อมสภาพหรือถูกทำลาย จนกว่าจะได้ติดตั้งเสร็จสิ้นสมบูรณ์และส่งมอบงานแล้ว

### 15. ป้ายเครื่องมือของวัสดุและอุปกรณ์

- 15.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา ป้ายชื่อ สีพ่นเป็นตัวหนังสือ และเครื่องหมายแสดงต่างๆ เพื่อแสดงชื่อและขนาดของอุปกรณ์และการใช้งานโดยใช้ภาษาไทยและ/หรือภาษาอังกฤษ
- 15.2 ป้ายชื่อให้ทำด้วยแผ่นพลาสติกพื้นสีดำ และแกะสลักตัวอักษรสีขาวขนาดโตอย่างน้อย 10 มิลลิเมตร และเคลือบพลาสติกอีกชั้นหนึ่งป้ายต้องยึดติดให้มั่นคงถาวร
- 15.3 สีที่ใช้พ่นตัวหนังสือ และเครื่องหมายให้เป็นสีแบบ ACRYLIC ที่มีคุณภาพดีระบบที่ใช้ระบุ และตัวเลขบนแผ่นป้ายจะต้องบ่งแสดงถึงความแตกต่างของชนิด และการใช้งาน
- 15.4 วัสดุ และอุปกรณ์ต่างๆ เมื่อติดตั้งแล้วสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจนจะต้องแสดงเครื่องหมาย และอักษรย่อหรือข้อความที่สั้นง่ายต่อการเข้าใจ

### 16. การสกัดเจาะและอื่นๆ

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการตัดเจาะในบริเวณที่จำเป็น ที่ติดตั้งอุปกรณ์ระบบ เช่น การเจาะผนัง พื้น และฝ้าเพดาน เป็นต้น โดยการตัดเจาะต่างๆ จะต้องจัดทำอย่างระมัดระวังอย่างรอบคอบ เพื่อไม่ให้เกิดผลเสียหายต่อ

โครงสร้างอาคาร และไม่ทำให้ความเรียบร้อยของอาคารต้องเสียไป ทั้งนี้จะต้องแจ้งและจัดทำแบบเสนอให้ผู้ควบคุมงานทราบก่อนการดำเนินการตัดเจาะ ส่วนที่ตัดเจาะนั้นผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการซ่อมแซมให้เหมือนเดิมทุกประการ

## 17. ตัวแทนของผู้รับจ้าง หรือวิศวกรประจำหน่วยงาน

- 17.1 ผู้รับจ้างต้องแต่งตั้งตัวแทนผู้มีอำนาจเป็นผู้แทนประจำหน่วยงาน โดยต้องเป็นวิศวกรที่มีคุณวุฒิและความสามารถในการในสายงาน และต้องมีใบรับรองจาก กว. ว่าเป็นวิศวกรระดับสามัญวิศวกรในสาขาที่เกี่ยวข้องและมีประสบการณ์ไม่ต่ำกว่า 3 ปี
- 17.2 วิศวกรตัวแทนของผู้รับจ้าง เป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินการและควบคุมการติดตั้งงานระบบให้ถูกต้องเป็นไปตามแบบรายการข้อกำหนดกฎหมายและพระราชบัญญัติที่เกี่ยวข้องและถูกต้องตามหลักวิชาการ โดยต้องเป็นผู้ลงนามและเซ็นชื่อเป็นผู้ควบคุมงานระบบที่เกี่ยวข้องเพื่อยื่นต่อราชการด้วย
- 17.3 วิศวกรตัวแทนของผู้รับจ้าง วิศวกร หัวหน้าช่าง และช่างชำนาญงานที่มีประสบการณ์ความสามารถที่เหมาะสมกับงานที่ได้รับมอบหมายจากผู้รับจ้างให้มาประจำหน่วยงาน ต้องสามารถปฏิบัติงานได้ถูกต้องตามหลักวิชาการและมีจำนวนมากเพียงพอสำหรับปฏิบัติงานให้แล้วเสร็จทันตามหมายกำหนดการของโครงการ
- 17.4 ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิในการออกคำสั่งให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนพนักงาน หรือตัวแทนผู้รับจ้างที่เห็นว่าไม่มีความสามารถในการปฏิบัติงาน และประสานงานกับผู้อื่นได้ดีพอ ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายกับโครงการได้ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการเปลี่ยนพนักงานใหม่ โดยให้ความสามารถเพียงพอมาปฏิบัติงานแทนทันที ทั้งนี้ค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกิดขึ้นผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

## 18. การตรวจสอบผลงาน (INSPECTION)

วิศวกร หรือผู้ควบคุมงานมีอำนาจสั่งให้ผู้รับจ้างเปิด หรือรื้องานส่วนใดๆ ที่ไม่อาจตรวจสอบจากภายนอกได้ เพื่อตรวจสอบหรือสั่งให้ผู้รับจ้างดำเนินการทดสอบวัสดุหรือสิ่งของใดๆ หรืองานส่วนใดๆ ที่ได้ทำไปแล้วได้ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการโดยมิชักช้าเมื่อได้รับรายการคำสั่ง โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่าย ในการดำเนินการทั้งหมดเพื่อการตรวจสอบ หรือใช้งานดังกล่าว รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการแก้ไขให้คืนสภาพ ถ้าผลการตรวจสอบหรือทดสอบปรากฏว่างานดังกล่าวไม่มีคุณสมบัติเพียงพอ ผู้รับจ้างต้องยอมรับ และดำเนินการแก้ไข โดยมิชักช้าเมื่อได้รับรายการให้แก้ไขข้อบกพร่องในการติดตั้ง และการปฏิบัติงานจากผู้ควบคุมงาน เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดในสัญญา และถูกต้องตามหลักวิชา โดยจะต้องรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายในการแก้ไข เนื่องจากความบกพร่องต่างๆ ทั้งสิ้นแต่ทั้งนี้จะต้องไม่เป็นการกระทำที่ปราศจากเหตุอันควร

## 19. การทดสอบและการปรับแต่งระบบ

- 14.1 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการทดสอบ และปรับแต่งระบบ และจะต้องแก้ไขปรับปรุงระบบตามความจำเป็น เพื่อให้ระบบสามารถใช้งานได้ตามแบบและข้อกำหนดทุกประการ
- 14.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำตารางแผนงานแสดงกำหนดการทดสอบเครื่องและระบบรวมทั้งจัดเตรียมเอกสารแนะนำจากผู้ผลิตในการใช้งาน (OPERATION MANUAL) เสนอผู้ควบคุมงาน ก่อนทำการทดสอบอย่างน้อย 15 วัน
- 14.3 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่อง และระบบตามหลักวิชา และข้อกำหนด โดยอุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหาทั้งหมด และขณะทดสอบต้องมีผู้แทนของผู้ว่าจ้าง และ/หรือวิศวกร และ/หรือผู้ควบคุมงาน อยู่ร่วมขณะทดสอบด้วย รายงานข้อมูลในการทดสอบให้ทำเป็นแบบฟอร์มเสนออนุมัติต่อผู้ควบคุมงาน ทั้งนี้ก่อนทำการทดสอบ และหลังการทดสอบผู้รับจ้างจะต้องกรอกข้อมูลตามที่ได้จากการทดสอบจริงส่งให้ผู้ควบคุมงาน จำนวน 4 ชุด
- 14.4 ค่าใช้จ่ายในการทดสอบ เช่น ค่ากระแสไฟฟ้า น้ำประปา แรงงาน ฯลฯ ในระหว่างการทดสอบเครื่องและระบบอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น
- 14.5 ภายหลังจากการติดตั้งอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดเพื่อกำจัดฝุ่น และสิ่งสกปรก ซึ่งอาจก่อความเสียหายกับระบบให้เรียบร้อย และต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกร และผู้ควบคุมงาน ก่อนทำการส่งมอบงาน

## 20. คู่มือการใช้งาน และบำรุงรักษาเครื่องมือ และอุปกรณ์

- 15.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำคู่มือรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ วิธีการใช้งานและรายการรายละเอียดของการบำรุงรักษา รายการอะไหล่ และอื่นๆ ในลักษณะเล่มหนังสือ (และอาจเป็นแบบแผ่นข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ด้วย) เป็นภาษาไทย และ/หรือภาษาอังกฤษ โดยจะต้องส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน จำนวน 5 ชุด
- 15.2 คู่มือทั้งหมดตามข้อ 20.1 ผู้รับจ้างจะต้องส่งร่างเสนอให้ผู้ควบคุมงาน 1 ชุดเพื่อทำการตรวจสอบและอนุมัติก่อนการจัดทำจริง
- 15.3 บทความโฆษณาของผู้ผลิต หรือแคตตาล็อก ไม่ถือว่าเป็นคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษา
- 15.4 รายละเอียดภายในคู่มือ ให้ประกอบด้วยรายละเอียดเป็นหมวดๆ ไม่น้อยกว่าดังต่อไปนี้
  - หมวดที่ 1 ประกอบด้วย รายละเอียดและอุปกรณ์ทั้งหมดของระบบ
  - หมวดที่ 2 ประกอบด้วย การทำงานของระบบ และวิธีการใช้งาน
  - หมวดที่ 3 ประกอบด้วย ข้อมูลทางเทคนิคและแคตตาล็อกของอุปกรณ์ทั้งหมดในระบบ พร้อมรายชื่อบริษัทตัวแทนจำหน่าย ชื่อผู้ติดต่อ ที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์
  - หมวดที่ 4 ประกอบด้วย รายงานผลการทดสอบระบบ

- หมวดที่ 5 ประกอบด้วย รายละเอียดของรายการ การตรวจสอบระหว่างการใช้งานการซ่อมบำรุงรักษา
- หมวดที่ 6 ประกอบด้วย สาเหตุการชำรุด บกพร่อง หรือใช้งานไม่ได้ และการแก้ไขของอุปกรณ์ในระบบเบื้องต้น

## 21. การส่งมอบงาน

ผู้รับจ้างต้องเปิดใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้เต็มที่หรือพร้อมที่จะใช้งานได้เต็มที่เป็นเวลา 24 ชั่วโมงติดต่อกันหรือไม่น้อยกว่า 1 วัน และจะต้องทำการทดสอบเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์ตามที่คุณควบคุมงานจะกำหนดให้ทดสอบจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจและแน่ใจของผู้ควบคุมงานว่าเครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆเหล่านั้นสามารถทำงานได้ดี ถูกต้องตามแบบประกอบสัญญา และรายละเอียดข้อกำหนดทุกประการ รายการสิ่งของต่างๆ ต่อไปนี้ ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงานและถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจรับมอบงานด้วย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- แบบที่ติดตั้งจริงและรายงานผลการทดสอบระบบ
- หนังสือคู่มือการใช้งาน และบำรุงรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์
- เครื่องมือพิเศษสำหรับการปรับแต่งซ่อมบำรุงเครื่องมือและอุปกรณ์ ซึ่งทางโรงงานผู้ผลิตส่งมาให้ด้วย
- อะไหล่ต่างๆ สำหรับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น ในการทดสอบเครื่องและตรวจรับมอบงาน จะอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

การส่งมอบงาน มิได้หมายถึง การพ้นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง หากตรวจพบภายหลังจากการส่งมอบงานแล้ว ปรากฏว่าวัสดุและอุปกรณ์ ที่ผู้รับจ้างนำมาใช้งาน และติดตั้งในระบบสุขาภิบาล และป้องกันอัคคีภัย ไม่เป็นไปตามแบบประกอบสัญญา และรายละเอียดข้อกำหนดของระบบสุขาภิบาล และป้องกันอัคคีภัย และ/หรือไม่ได้รับการอนุมัติให้นำไปใช้งาน ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการเปลี่ยนแปลงและแก้ไขให้ถูกต้องและเป็นไปตามแบบประกอบสัญญา และรายละเอียดข้อกำหนดนี้ทุกประการทันทีที่ได้รับแจ้งจากผู้ว่าจ้าง โดยผู้รับจ้างจะเรียกเรื่องค่าใช้จ่ายใดๆ ไม่ได้ทั้งสิ้น

## 22. การรับประกันและการซ่อมบำรุงรักษา

22.1 ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันและรับผิดชอบต่อ หากมีข้อบกพร่องใดๆ ปรากฏขึ้นในงานตามข้อรายละเอียดกำหนดนี้ หรือหากปรากฏว่าระบบหรืออุปกรณ์ใดๆ ไม่สามารถทำงานได้สมบูรณ์ตามแบบประกอบสัญญา และรายละเอียดข้อกำหนด หรือทำให้ทรัพย์สินของผู้ว่าจ้างเสียหาย ไม่ว่าจะโดยทางตรงหรือทางอ้อมที่เกิดขึ้นภายในระยะเวลา 2 ปี นับจากวันที่ผู้ควบคุมงานออกใบรับรองผลการเสร็จเรียบร้อยของงาน (CERTIFICATE OF PRACTICAL COMPLETION) ผู้รับจ้างจะต้องจัดการแก้ไขให้เรียบร้อยสมบูรณ์โดยด่วน โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น หากผู้รับจ้างไม่จัดการแก้ไขให้

แล้วเสร็จสมบูรณ์ภายในเวลาอันสมควร ตามที่วิศวกร และผู้ควบคุมงานของฝ่ายผู้ว่าจ้างเป็นผู้กำหนด ผู้ว่าจ้างอาจจัดให้ผู้อื่นทำการแก้ไขแทนผู้รับจ้าง โดยที่ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นที่เกิดจากการแก้ไขนั้น

22.2 ในช่วงเวลา 2 ปี นับจากวันที่ผู้ว่าจ้างออกใบรับรองแสดงการเสร็จเรียบร้อยของงาน ผู้รับจ้างจะต้องมาตรวจบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่ระบุในขอบเขตงานอาทิ เช่น การอัดจารบี เติมน้ำมันหล่อลื่น ล้างแผ่นกรองอากาศ เติมน้ำยาทำความสะอาด การปรับความตึงสายพาน เป็นต้น

### 23. การฝึกอบรมช่าง

ผู้รับจ้างจะต้องแนะนำและฝึกอบรมช่างของผู้ว่าจ้างให้สามารถใช้งาน และบำรุงรักษาระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ ภายใน 30 วัน หลังจากได้รับการตรวจรับมอบงานแล้ว

### 24. เสียงและความสั่นสะเทือน

งานและอุปกรณ์ทุกประเภทของระบบปรับอากาศและระบายอากาศ เมื่อทำงานในทุกสภาวะ จะต้องปราศจากความสั่นสะเทือน และเสียงมายังโครงสร้าง และห้องข้างเคียงเกินกว่าระดับที่ยอมรับได้โดยวิศวกรเป็นผู้วินิจฉัย (ระดับความดังของเสียงไม่ควรเกิน NC45) ความสั่นสะเทือน และเสียงที่เกิดขึ้นเกินกว่าที่วิศวกรยอมรับได้ จะต้องได้รับการแก้ไขอย่างถูกวิธี และเป็นไปตามข้อแนะนำของบริษัทผู้ผลิตเครื่องป้องกันความสั่นสะเทือน โดยความรับผิดชอบเป็นของผู้รับจ้าง

### 25. ความต้องการพิเศษสำหรับโครงการ และคุณสมบัติของผู้รับจ้าง

- 25.1 ผู้รับจ้างที่ทำงานในโครงการจะต้องเคยผ่าน และทำงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ในโครงการที่เป็นลักษณะเดียวกันกับงานในข้อกำหนดนี้ ตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งงานเสร็จสมบูรณ์และส่งมอบงานได้ โดยมีมูลค่างานไม่ต่ำกว่า 20 ล้านบาท
- 25.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดให้มีวิศวกรควบคุม สาขาเครื่องกล ประเภทสามัญ เช่น ชื่อควบคุมงานและทำงานควบคุมตามที่กฎกระทรวงหรือกฎหมายที่เกี่ยวข้องกำหนดไว้ตลอดระยะเวลาทำงานของโครงการ

### 26. การเตรียมงานที่สถานที่ก่อสร้าง

- 26.1 ผู้รับจ้างมีหน้าที่สำรวจและตรวจสอบสถานที่ก่อสร้าง โดยต้องศึกษาและเข้าใจถึงลักษณะ และสภาพของสถานที่ที่จะก่อสร้าง รวมทั้งสาธารณูปโภคต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเป็นอย่างดี หากเกิดปัญหาระหว่างการก่อสร้างและติดตั้งระบบอันเนื่องมาจากข้อมูลดังกล่าว ผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริงหรือข้อมูลดังกล่าวไม่ได้
- 26.2 ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังรักษาความปลอดภัยรวมทั้งอัคคีภัยเกี่ยวกับทรัพย์สินทั้งปวง
- 26.3 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเต็มที่เกี่ยวกับเหตุเสียหายต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน การติดตั้งและทดลองเครื่อง

- 26.4 ผู้รับจ้างต้องดูแลสถานที่ปฏิบัติงาน ที่พักชั่วคราว ที่เก็บของต่างๆ ให้สะอาดเรียบร้อย และอยู่ในสภาพปลอดภัยตลอดเวลา
- 26.5 ผู้รับจ้างต้องพยายามทำงานให้เงียบ และสิ้นเสียงที่น้อยที่สุดเท่าที่สามารถจะทำได้ เพื่อมิให้เกิดความเดือดร้อน และมีผลกระทบต่อคน หรืองานอื่นๆ ที่อยู่ใกล้สถานที่ติดตั้ง
- 26.6 เมื่อผู้รับจ้าง ได้ทำการติดตั้งสมบูรณ์แล้ว ต้องขนย้ายเครื่องมือ เครื่องใช้ตลอดจนรถถอนอาคารชั่วคราว ซึ่งผู้รับจ้างได้ปลูกสร้างขึ้นสำหรับงานนี้ออกไปให้พ้นจากสถานที่จนสิ้นเชิง สิ่งใดที่ต้องส่งคืนให้แก่ผู้ว่าจ้างก็ต้องจัดการส่งให้เรียบร้อยเสร็จสิ้นไปก่อนที่จะส่งมอบงาน
- 26.7 ผู้รับจ้างต้องจำกัดขอบเขตสถานที่ก่อสร้าง ไม่ให้เกิดการล่วงล้ำ หรือบุกรุกเข้าไปในสถานที่ข้างเคียง นอกบริเวณก่อสร้าง ไม่นำอุปกรณ์ วัสดุ เครื่องมือต่างๆ ไปกีดขวางทางสัญจรไปมาของบุคคลทั่วไป และดูแลป้องกันไม่ให้พนักงานของตนบุกรุกเข้าไปในเขตที่ของผู้อื่น ขณะเดียวกันป้องกันไม่ให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไปในบริเวณก่อสร้างเด็ดขาดทั้งในและนอกเวลาปฏิบัติงาน รวมทั้งไม่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่สถานที่สาธารณะและสาธารณูปโภค หากเกิดความเสียหายขึ้นผู้รับจ้างต้องซ่อมแซมให้คืนสภาพเดิมก่อนเสียหาย รวมทั้งเป็นผู้รับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายทั้งหมด

## 27. การขนส่ง

- 27.1 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการขนส่งเครื่องวัสดุอุปกรณ์มายังสถานที่ก่อสร้างรวมทั้งการยกเข้าไปยังที่ติดตั้ง ค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น
- 27.2 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อความเสียหาย อันเกิดจากการขนส่งวัสดุอุปกรณ์ หรือเครื่องมือต่างๆ มายังสถานที่ติดตั้ง
- 27.3 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อความล่าช้า ในการขนส่งวัสดุ อุปกรณ์หรือเครื่องมือต่างๆ มายังสถานที่ติดตั้ง

## 28. การควบคุม และดูแลคนงาน

ผู้รับจ้างจะต้องให้คำแนะนำแก่คนงานในการก่อสร้าง และติดตั้งวัสดุ เครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ อย่างสม่ำเสมอ ตั้งแต่ต้นจนงานแล้วเสร็จสมบูรณ์ โดยเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างหรือโดยการแนะนำของผู้ว่าจ้าง และผู้ควบคุมงาน ผู้รับจ้างจะต้องใช้ผู้ควบคุมงานและคนงานชุดเดิมตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสมบูรณ์ โดยที่หากมีการเปลี่ยนแปลงบุคลากรชุดเดิม จะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง และผู้ควบคุมงานก่อนที่จะดำเนินการ

## 29. การติดต่อประสานงานและค่าดำเนินการ

กรณียังมีได้กำหนดเป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้าง มีหน้าที่ติดต่อประสานงานกับหน่วยงานราชการหรือเอกชนที่เกี่ยวข้องกับระบบที่ผู้รับจ้างรับผิดชอบอยู่ เพื่อให้ได้มาซึ่งความสมบูรณ์ของระบบที่ใช้ในโครงการ โดยค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการติดต่อดำเนินการ รวมถึงค่าธรรมเนียมที่เรียกเก็บโดยหน่วยงานราชการ หรือเอกชนที่เกี่ยวข้อง ยกเว้นค่าประกันมิเตอร์ถาวร ให้ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น



## ส่วนที่ 2

### ขอบเขตงาน (SCOPE OF WORK)

#### 1. ขอบเขตของงานระบบปรับอากาศ และระบายอากาศทั่วไป (GENERAL SCOPE OF WORK)

1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ ตลอดจนช่างฝีมือ แรงงาน และเครื่องมือสำหรับการติดตั้ง ตามหลักวิชาช่างที่ดี เพื่อติดตั้งงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ตามที่ปรากฏในแบบและรายละเอียดข้อกำหนดดังมีรายละเอียดของระบบต่างๆ ไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ต่อไปนี้ จนกระทั่งระบบปรับอากาศและระบายอากาศสามารถใช้งานได้

- 1.1.1 เครื่องทำน้ำเย็น แบบระบายความร้อนด้วยน้ำ
- 1.1.2 ระบบหอผึ่งน้ำ
- 1.1.3 เครื่องส่งลมเย็น
- 1.1.4 เครื่องจ่ายลมเย็น
- 1.1.5 ระบบควบคุมอุณหภูมิโดยอัตโนมัติ
- 1.1.6 เครื่องสูบน้ำเย็น
- 1.1.7 เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น
- 1.1.8 ถังน้ำขยายตัว
- 1.1.9 ระบบท่อน้ำและอุปกรณ์
- 1.1.10 ระบบบำบัดน้ำหล่อเย็นและน้ำเย็น
- 1.1.11 ท่อลมและระบบกระจายลมเย็น
- 1.1.12 พัดลมระบายอากาศและระบบระบายอากาศ
- 1.1.13 ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split type air conditioner)
- 1.1.14 ระบบไฟฟ้า ระบบไฟฟ้าควบคุม และระบบ SUPERVISORY
- 1.1.15 ระบบป้องกันการสั้นสะเทือน
- 1.1.16 ระบบจัดการเครื่องทำน้ำเย็นอัตโนมัติ (ใช้ระบบเดิมที่มีอยู่)
- 1.1.17 ชุดปรับปริมาณลม (VARIABLE AIR VOLUME, VAV CONTROL UNIT)
- 1.1.18 ระบบแลกเปลี่ยนความร้อนอากาศกับอากาศ (AIR TO AIR HEAT EXCHANGER)
- 1.1.19 อื่นๆ ที่กำหนดไว้

1.2 ในกรณีที่แบบ และรายละเอียดข้อกำหนดมิได้แสดงไว้ หากเป็นอุปกรณ์ที่มีความจำเป็นต่อเนื้อที่จะต้องติดตั้งไว้ด้วย เพื่อให้ระบบปรับอากาศและระบายอากาศสามารถทำงานได้สมบูรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งต่อวิศวกรก่อนการเสนอราคาและให้ถือการวินิจฉัยของวิศวกรเป็นการชี้ขาดหากมีฉะฉานแล้วความรับผิดชอบทั้งสิ้นจะต้องเป็นของผู้รับจ้าง

- 1.3 ช่างฝีมือที่ผู้รับจ้างจัดหา เพื่อทำงานติดตั้งระบบปรับอากาศ และระบายอากาศโดยเฉพาะอย่างยิ่งงานเชื่อม ท่อน้ำ, ท่อสารทำความเย็น, งานท่อลม, งานติดตั้งเครื่องต่างๆ และงานระบบไฟฟ้า เป็นต้น จะต้องเคย ผ่านงาน และได้ใบรับรองจากสถาบันฝึกฝีมือแรงงาน และหรือมีฉะนั้นจะต้องมีประสบการณ์ และเคยผ่าน งานที่เกี่ยวข้องมาเป็นเวลานานพอสมควร ผู้รับจ้างจะต้องจัดให้มีการทดสอบฝีมือของช่างฝีมือดังกล่าว ก่อนการเริ่มดำเนินการทำงาน
- 1.4 รายการรับประกันวัสดุอุปกรณ์เป็นระยะเวลา 2 ปี นับจากวันที่ผู้ว่าจ้างออกใบรับรองผลการเสร็จ เรียบร้อยของงาน (CERTIFICATE OF COMPLETION) นั้น จะต้องออกใบรับประกันเป็นลายลักษณ์อักษร จากผู้รับจ้าง หรือตัวแทนจำหน่าย และหรือจากผู้ผลิตโดยตรง ตามรายการดังต่อไปนี้
- เครื่องส่งลมเย็นและเครื่องจ่ายลมเย็น โดยรับประกันขึ้นส่วนทุกชิ้น
  - พัฒลมระบายอากาศ โดยรับประกันขึ้นส่วนทุกชิ้น
  - เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน โดยรับประกันขึ้นส่วนทุกชิ้น
  - ระบบควบคุมอุณหภูมิโดยอัตโนมัติ โดยรับประกันขึ้นส่วนทุกชิ้น
- สำหรับการรับประกันขึ้นส่วนต่างๆ นั้น กรณีเกิดความเสียหาย ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนขึ้นส่วนให้ใหม่ โดย ไม่คิดค่าของและค่าแรง
- 1.5 รายการ SPARE PART (อุปกรณ์ที่สำรองไว้เปลี่ยนตามช่วงระยะเวลาใช้งานที่ผู้ผลิตกำหนด) ที่ผู้รับจ้าง จะต้องส่งมอบให้ทางโครงการ พร้อมกับการส่งมอบงานงวดสุดท้าย โดยจะต้องจัดทำเป็นตารางรายการ SPARE PART ซึ่งระบุรายละเอียดเบื้องต้นไม่น้อยกว่าดังนี้
- ชื่อยี่ห้อ ชื่อรุ่น ที่ติดตั้งใช้ในปัจจุบัน
  - ชื่อยี่ห้อ ชื่อรุ่นที่สามารถเทียบเท่าใช้ทดแทนได้
  - ชื่อตัวแทนจำหน่ายหรือผู้ผลิต พร้อมทั้งที่อยู่และหมายเลขโทรศัพท์ติดต่อ
- โดยรายการ SPARE PART ที่ผู้รับจ้างจะต้องเสนอ จำนวน ราคาของต่อหน่วย (ไม่คิดค่าแรง) เนื่องจาก จะต้องมีการเปลี่ยนตามข้อกำหนดของผู้ผลิตภายในช่วงเวลา 2 ปี จะต้องประกอบด้วยรายการอย่างน้อย ตามที่ระบุ หรือตามที่ผู้ผลิตแนะนำ ดังนี้ (ถ้าผู้รับจ้างไม่ชี้แจงหรือไม่เสนอราคาไว้ให้โครงการรับทราบ จะ ถือว่าอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งหมด)
- 1.6 สายพานและ FILTER จำนวน 10% ของแต่ละขนาดที่ใช้ในโครงการ สำหรับเครื่องส่งลมเย็นเครื่องจ่ายลม เย็นและพัฒลมระบายอากาศผู้รับจ้างจะต้องเสนอราคาโดยประมาณ ณ วันที่เสนอราคา สำหรับค่าวัสดุ สิ้นเปลืองที่จะต้องใช้สำหรับเครื่องจักรอุปกรณ์ในช่วงระยะเวลาประกัน 2 ปี ดังกล่าว โดยจะต้องเสนอ จำนวน, ราคาของต่อหน่วย (ไม่คิดค่าแรง) โดยประกอบด้วยรายการอย่างน้อย ดังนี้
- REFRIGERANT
  - OIL
  - SOLUTION สำหรับล้างทำความสะอาด

- ค่าวัสดุอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
- และอื่นๆ ที่จำเป็นต้องใช้ทั้งหมดตามที่ผู้ผลิตกำหนด

ทั้งนี้ ถ้าผู้รับจ้างไม่ชี้แจงหรือไม่เสนอราคาไว้ให้โครงการรับทราบ จะถือว่าอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งหมด

1.7 รายการบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ ที่ผู้รับจ้างจะต้องเข้ามาให้บริการในช่วงระยะเวลา 2 ปี หรือตามที่ผู้ผลิตกำหนดไว้ จะต้องประกอบด้วยรายการอย่างน้อยดังนี้

- ตรวจสอบและเติมปริมาณสารทำความเย็น สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนในกรณีที่ระบบรั่วหรือมีปัญหา
- ตรวจสอบเปลี่ยน REFRIGERANT DRIER สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน
- ตรวจสอบและถ่ายน้ำมันหล่อลื่นของคอมเพรสเซอร์สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน
- ล้างทำความสะอาด COOLING COIL และ CONDENSER COIL, AIR FILTER สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนด้วยสารเคมีที่สามารถลดการก่อตัวของเชื้อจุลินทรีย์
- ตรวจสอบและตรวจเติมจาระบี เครื่องส่งลมเย็น เครื่องจ่ายลมเย็น พัดลมระบายอากาศ เครื่องสูบน้ำ ฯลฯ
- ล้างทำความสะอาด COOLING COIL และ AIR FILTER สำหรับเครื่องส่งลมเย็น เครื่องจ่ายลมเย็นด้วยสารเคมีที่สามารถลดการก่อตัวของเชื้อจุลินทรีย์
- ปรับตั้งความตึงของสายพาน สำหรับเครื่องส่งลมเย็น เครื่องจ่ายลมเย็น พัดลมระบายอากาศ
- ตรวจสอบและกวดขันขั้วต่อของชุด STARTER CONTROL และ CIRCUIT BREAKER ของระบบไฟฟ้า
- ตรวจสอบและแก้ไขสีทาท่อน้ำของ COOLING TOWER ที่เสื่อมคุณภาพ
- ตรวจสอบวิเคราะห์คุณภาพน้ำและเติมสารเคมีของระบบปรับสภาพน้ำด้าน CHILLED WATER และ CONDENSER WATER
- ล้างทำความสะอาดพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อน เช่น FILLER และ LOUVER ฯลฯ รวมถึง WATER BASIN สำหรับหอผึ่งน้ำ
- ตรวจสอบระบบควบคุมอุณหภูมิโดยอัตโนมัติ เช่น THERMOSTAT, FIRESTAT, CONTROL VALVE ฯลฯ
- และอื่นๆตามที่ผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์กำหนดไว้

ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแผนตารางรายการบำรุงรักษาอุปกรณ์ข้างต้น ประกอบการเสนอราคาต่อทางโครงการด้วยโดยระบุจำนวนครั้งหรือช่วงเวลาบำรุงรักษาอุปกรณ์ภายในระยะเวลา 2 ปี มีดังนี้

- เครื่องส่งลมเย็น เครื่องจ่ายลมเย็น และเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ทุก 1 เดือนรวมจำนวน 24 ครั้ง
- พัฒลมระบายอากาศ ทุก 3 เดือนรวมจำนวน 8 ครั้ง
- อุปกรณ์ไฟฟ้า อุปกรณ์ควบคุม และตู้ไฟฟ้าควบคุม ทุก 6 เดือนรวมจำนวน 4 ครั้ง
- ปรับปริมาณลมและปริมาณน้ำ ทุก 1 ปีรวมจำนวน 2 ครั้ง
- และอื่นๆ ตามที่ผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์กำหนดไว้

1.8 มาตรฐานสำหรับการ START UP & COMMISSIONING ที่ผู้รับจ้างจะต้องมีเอกสารรับรองการสอบเทียบ (CERTIFICATE OF CALIBRATION) จากสถาบันฯ รับรองที่เชื่อถือได้ เสนอต่อทางโครงการก่อนดำเนินการ เพื่อใช้เป็นมาตรฐานอ้างอิง คือ

- PRESSURE GAUGE
- THERMOMETER
- เครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์
- เครื่องมือวัดอุณหภูมิและความเร็วลม
- WATER FLOW METER
- AMPMETER, VOLTMETER

1.9 ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้ง Socket พร้อม Cap สำหรับติดตั้งมาตรวัดหรือเครื่องมือตรวจวัดต่างๆ ไว้ในตำแหน่ง และจำนวนที่เหมาะสมเพียงพอ ตามข้อแนะนำของผู้ผลิตเครื่องมือวัด อาทิเช่น

- SOCKET สำหรับ THERMOMETER และ PRESSURE GAUGE ที่ท่อน้ำเข้า-ออก AHU และ FCU (ยกเว้น AHU ท่อน้ำ ให้ติดตั้ง SOCKET พร้อมมาตรวัด)
- SOCKET ที่ท่อลมจ่าย MAIN ของ AHU

1.10 ผู้รับจ้างระบบปรับอากาศ จะต้องจัดทำฐานคอนกรีต รองรับแทนเครื่องจักรอุปกรณ์ทั้งหมด โดยเสนอ SHOP DRAWING ให้ผู้ควบคุมงานตรวจสอบก่อนดำเนินการใดๆ

1.11 ในกรณีที่ผู้รับจ้าง จำเป็นต้องเลือกมอเตอร์ที่ใช้กับอุปกรณ์เครื่องสูบน้ำ เครื่องส่งลมเย็น เครื่องจ่ายลมเย็น พัฒลมและอื่นๆ ซึ่งเป็นมอเตอร์ที่มีขนาดแรงม้าและประเภทของระบบไฟฟ้าที่มอเตอร์ต้องใช้ เช่น เฟสหรือ แรงดันไฟฟ้า ที่ไม่สอดคล้องตรงกับที่ระบุไว้ในแบบและรายละเอียดข้อกำหนด ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบ และแจ้งต่อวิศวกรก่อนการเสนอราคา และให้ถือการวินิจฉัยของผู้ออกแบบการชี้ขาด หากมีฉนวนแล้ว ความรับผิดชอบทั้งหมดที่เกี่ยวกับค่าใช้จ่ายและการสูญเสียเวลาที่เกิดขึ้นในระหว่างการก่อสร้าง ซึ่งมีผลกระทบต่อเจ้าของโครงการ หรือผู้รับจ้างรายอื่นๆ จะต้องเป็นผู้รับจ้างงานระบบปรับอากาศ

1.12 ในการเลือกเครื่องส่งลมเย็น และพัฒลมระบายอากาศ ผู้รับจ้างจะต้องให้ผู้ผลิตหรือผู้ขาย จัดส่ง เอกสารแนบท้ายประกอบการเสนอขออนุมัติให้ครบถ้วน มิฉะนั้นจะไม่พิจารณาอนุมัติโดยมีรายการต่อไปนี้

- CATALOG & TECHNICAL SPECIFICATION

- PERFORMANCE FAN AND PUMP CURVE ที่แสดงจุดหรือขอบเขตโดยระบุไว้ใน CURVE ของ
  - : จุดใช้งานตามข้อกำหนด
  - : จุดหรือขอบเขตสถานะที่ไม่เสถียร
- TECHNICAL SELECTION ตามข้อกำหนด
- ประเภทและขนาดของมอเตอร์
- ขนาด PULLEY ของพัดลมและมอเตอร์ ประเภทและขนาดของสายพานที่เลือกใช้
- SOUND POWER LEVEL แต่ละ OCTAVE ของพัดลม
- ผู้รับจ้างจะต้องแสดงรายการคำนวณระดับเสียง SOUND PRESSURE LEVEL แต่ละ OCTAVE พร้อมเลือกอุปกรณ์ลดเสียง (SOUND ABSORBER) เพื่อให้ได้ระดับ NOISE CRITERIA ตามมาตรฐานหรือที่กำหนด
- ก่อนเลือกซื้อพัดลมของเครื่องส่งลมเย็นหรือพัดลมระบายอากาศ ผู้รับจ้างจะต้องแสดงรายการ RECALCULATION โดยอ้างอิงข้อมูลทางเทคนิคอุปกรณ์ของผู้ผลิตหรือผู้ขายที่จะเลือกใช้จริง รวมถึงขนาดและแนวท่อลมที่จะติดตั้งจริง เพื่อคำนวณหา
  - : INTERNAL STATIC PRESSURE ของ COOLING COIL พัดลม และ CASING
  - : EXTERNAL STATIC PRESSURE ของ PLENUM, ท่อลม, DIFFUSER, GRILLE, SOUND ABSORBER, FILTER และอื่นๆ ถ้ามี
  - : TOTAL STATIC PRESSURE คือผลรวมของ INTERNAL และ EXTERNAL STATIC PRESSURE
- หลังการติดตั้งพัดลมของเครื่องส่งลมเย็นหรือพัดลมระบายอากาศ ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบรายการ RECALCULATION อีกครั้งเพื่อปรับรอบหรือ COMMISSIONING ให้ได้ตามข้อกำหนด โดยเป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

### ส่วนที่ 3

#### รายละเอียดข้อกำหนดทางเทคนิค

#### 1. เครื่องทำน้ำเย็น (WATER COOLED WATER CHILLER)

##### 2.1 ทัวไป

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและทำการติดตั้งเครื่องทำน้ำเย็นแบบ WATER COOLED WATER CHILLER โดยให้สามารถทำความเย็นได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนด สมรรถนะการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ ARI STANDARD 550 ฉบับล่าสุด ที่ระบบไฟฟ้า 380 โวลต์ 50 เฮิร์ตส์ สำหรับอุปกรณ์และการติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานของ ASHRAE 15-1992 และ ANSI/ASHRAE 34-1992

เครื่องทำน้ำเย็นจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ไม่น้อยกว่า ดังต่อไปนี้ ชุดคอมเพรสเซอร์, ชุดมอเตอร์, ระบบหล่อลื่น, ชุดคูเลเตอร์, ชุดคอนเดนเซอร์, ชุด MOTOR STARTER, ระบบควบคุมการทำงาน, ชุด HEATER, แท่นเครื่อง และอื่นๆ ที่เป็นมาตรฐาน

เครื่องทำน้ำเย็นจะต้องประกอบสำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิต พร้อมทั้งแผนระบบควบคุมการทำงานมาตรวัดต่างๆ และอุปกรณ์ประกอบตามที่โรงงานผู้ผลิตกำหนดการหุ้มฉนวนเพื่อป้องกันอากาศกลั่นตัว (CONDENSATION) ให้หุ้มด้วยฉนวน CLOSED CELL RUBBER หนา 2 นิ้ว โดยกระทำเพิ่มเติมได้ที่หน่วยงาน

เครื่องทำน้ำเย็นจะต้องผ่านการทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่อง และพร้อมแนบใบรับรองผลการทดสอบดังกล่าวจากโรงงานผู้ผลิตการทดสอบสมรรถนะของเครื่องทำน้ำเย็น จะต้องให้เครื่องทำน้ำเย็นทำงานตามภาระความเย็น และสภาวะตามเงื่อนไขต่างๆ ที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือข้อกำหนดทางเทคนิคเป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมงหรือตามมาตรฐานที่โรงงานผู้ผลิตกำหนด (หากมี) การทดสอบจะต้องแสดงข้อมูลของภาระการทำความเย็น อุณหภูมิน้ำเย็นที่เข้าและออกจากเครื่องทำน้ำเย็น อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่เข้าและออกจากเครื่องทำน้ำเย็น ภาระไฟฟ้าที่เครื่องทำน้ำเย็น ความดันน้ำยาต้าน EVAPORATOR และ CONDENSER และข้อมูลอื่นๆ ที่ต้องตรวจวัดตามมาตรฐานที่โรงงานผู้ผลิตกำหนด โดยจะต้องทำการทดสอบทุกชุด

เครื่องทำน้ำเย็นที่ใช้ในโครงการจะต้องได้รับการออกแบบและเลือกขนาดไว้สำหรับทำงานได้กับสารทำความเย็นชนิดที่ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม เช่น HFC 134a หรือ HCFC123 และไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในทุกระดับ โดยสมรรถนะการทำงานของภาระการทำความเย็น ภาระไฟฟ้าที่ใช้สภาวะตามเงื่อนไขต่างๆ ที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือ ข้อกำหนดทางเทคนิค และรวมถึงค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่จะต้องใช้ในการสำหรับสารทำความเย็นดังกล่าว จะต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือ ข้อกำหนดทางเทคนิค พร้อมทั้งติดตั้ง REFRIGERANT LEAKAGE SENSOR เพื่อเตือน กรณีที่สารทำความเย็นรั่วไหล และควบคุมให้ชุดพัดลมระบายอากาศทำการระบายอากาศออกจากห้องเครื่อง

เครื่องทำน้ำเย็นให้ติดตั้งแทนพื้นโครงสร้าง ความหนาไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร โดยจัดให้มีอุปกรณ์ลดความสั่นสะเทือน SPRING ISOLATOR หรือ RUBBER PAD ตามที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำ

ในการทำงานของระบบจะต้องสามารถสลับการใช้งานเครื่องทำน้ำเย็น, เครื่องสูบน้ำเย็น, เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น และหอผึ่งน้ำ แต่ละเครื่องด้วยกันได้

ผู้รับจ้าง จะต้องแสดงรายการอุปกรณ์ประกอบของเครื่องทำน้ำเย็น เช่น มอเตอร์, STARTER ฯลฯ โดยระบุถึงยี่ห้อ, รุ่น และประเทศผู้ผลิต หากอุปกรณ์นั้นๆ ไม่ได้ผลิตจากโรงงานผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็น

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ TECHNICAL SELECTION แสดงรายละเอียดการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นที่ภาระต่างๆ คือตั้งแต่ 100% 90% 80%... จนถึงจุดสุดท้ายที่เครื่องทำน้ำเย็นยังสามารถทำงานได้เป็นปกติ หรือ 25% โดยมีอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นเข้าเครื่องทำน้ำเย็นที่ 90° F คงที่

ชุด Microprocessor ที่ควบคุมการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นจะต้องจัดให้มี Translator Port เชื่อมกับระบบ BAS และระบบ CPM (CHILLER PLANT MANAGEMENT) เพื่อส่ง และรับสัญญาณแสดงสถานะ หรือควบคุมการทำงานของระบบไปยัง PC คอมพิวเตอร์ของระบบ BAS และระบบ CPM ที่ห้องควบคุม พร้อม Software และ Protocol ที่สามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการที่ใช้บน PC ได้ เช่น WINDOW VERSION ล่าสุด

## 2.2 การเลือกเครื่องทำน้ำเย็น

- ก. เครื่องทำน้ำเย็นแบบ Multiple Compressor with single refrigerant circuit, ชนิด Oil Free, Magnetic Bearing ประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์, มอเตอร์, VFD, อิเล็กทรอนิกส์, คอนเดนเซอร์, อีโคโนไมเซอร์, ระบบควบคุมแบบ Microprocessor จะต้องเลือกขนาดให้ใช้กำลังไฟฟ้าไม่เกินตามที่ระบุในตาราง EQUIPMENT SCHEDULE
- ข. ค่า FOULING FACTOR ทั้งทางด้าน EVAPORATOR และ CONDENSER เท่ากับ 0.00010 และ 0.00025 ตามลำดับ
- ค. ค่าความเร็วของน้ำเมื่อน้ำไหลผ่านทั้งทางด้าน EVAPORATOR และ CONDENSER ไม่เกิน 10 ฟุตต่อวินาที และความดันลดไม่เกิน 20 ฟุต และเป็นชนิด 2 PASS
- ง. เครื่องทำน้ำเย็นจะต้องออกแบบให้ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 V. 3 PHASE และ 50 HZ.
- จ. เครื่องทำน้ำเย็นจะต้องออกแบบให้ทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่าที่ระบุในตารางอุปกรณ์

## 2.3 อุปกรณ์ควบคุมของเครื่องทำน้ำเย็น

เครื่องทำน้ำเย็นจะต้องมีอุปกรณ์ควบคุมไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ต่อไปนี้

- ก. STARTER ให้เป็นแบบ Variable Speed Drive (VSD) ขนาดตามที่โรงงานผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็นกำหนด

- ข. ระบบบังคับอัตโนมัติ สำหรับควบคุมการทำงานและความเย็นของเครื่องให้เหมาะสมกับภาระความเย็นที่ต้องการ และให้ CONTROL POINT ADJUSTMENT, OVERLOAD LIMIT CONTROL, DEMAND LIMIT CONTROL และ MANUAL/AUTOMATIC SELECTOR
- ค. มาตรการวัดความดันของสารทำความเย็นที่ EVAPORATOR และ CONDENSER
- ง. LOAD INDICATOR
- จ. LOW CHILLED WATER TEMPERATURE, LOW OIL PRESSURE, LOW REFRIGERANT PRESSURE และ HIGH REFRIGERANT PRESSURE พร้อมทั้งมี INDICATOR LIGHT และ RESET BUTTON
- ฉ. LOW LINE VOLTAGE PROTECTION, HIGH MOTOR CURRENT PROTECTION ตลอดจน HIGH TEMPERATURE PROTECTION สำหรับมอเตอร์
- ช. RELAY และ TIME RELAY ต่างๆ ที่จำเป็น
- ซ. มาตรการหรือการแสดงค่าต้นความเย็นและค่ากิโลวัตต์ต่อต้นความเย็นที่ Control board หรือแสดงค่าผ่าน Translator module เพื่อเชื่อมต่อเข้าระบบ CPM และ BAS ได้
- ณ. แผงควบคุมให้เป็นแบบ GRAPHIC CONTROL ตามมาตรฐานของผู้ผลิต

## 2.4 การ START UP & COMMISSIONING

- ก. ผู้รับจ้างจะต้องร่วมประสานงานติดต่อดำเนินการ และ/หรือ เจ้าหน้าที่ของบริษัทผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายของบริษัทผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็นมาดำเนินการ START UP & COMMISSIONING เครื่องทำน้ำเย็น โดยขั้นตอนการทำงานและวิธีการ จะต้องได้รับการเห็นชอบจากวิศวกรก่อนการทำงาน
- ข. ผู้รับจ้างจะต้องจัดเอกสารต่อไปนี้ให้ผู้ว่าจ้างและวิศวกรก่อนดำเนินการ START UP & COMMISSIONING
  - 1.6.1 แบบติดตั้งระบบเครื่องทำน้ำเย็น
  - 1.6.2 แบบระบบไฟฟ้าสำหรับระบบเครื่องทำน้ำเย็นและระบบควบคุม
  - 1.6.3 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการ START UP & COMMISSIONING
  - 1.6.4 คู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษา (Operation manual)
- ค. ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการ START UP เช่น ค่ากระแสไฟฟ้า ค่าน้ำ และการจัดทำรายงานต่างๆ เป็นต้น ให้เป็นภาระของผู้รับจ้าง
- ง. ข้อมูลทางเทคนิคประกอบการ START UP & COMMISSIONING จะต้องแสดงผล ตามรายละเอียดต่อไปนี้ (หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต)



### คอมเพรสเซอร์ (Compressor)

- ความดันของสารทำความเย็นใน Evaporator
- ความดันของสารทำความเย็นใน Condenser
- อุณหภูมิของสารทำความเย็นใน Evaporator
- อุณหภูมิของสารทำความเย็นใน Condenser
- กระแสไฟฟ้าแต่ละเฟส
- แรงเครื่องไฟฟ้าแต่ละเฟส
- กำลังไฟฟ้า
- Power Factor
- อุณหภูมิขดลวด
- % LOAD
- อื่นๆตามที่คุณผลิตกำหนด

### เครื่องควบแน่น (Condenser)

- ปริมาณการไหลของน้ำหล่อเย็น
- อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นด้านเข้า
- อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นด้านออก
- ความดันของน้ำหล่อเย็นด้านเข้า
- ความดันของน้ำหล่อเย็นด้านออก
- สวิตช์ควบคุมการไหล (Flow switch)
- อื่นๆ ตามที่คุณผลิตกำหนด

### อีแวพอเรเตอร์ (Evaporator)

- อุณหภูมิน้ำเย็นด้านเข้า
- อุณหภูมิน้ำเย็นด้านออก
- ความดันของน้ำเย็นด้านเข้า
- ความดันของน้ำเย็นด้านออก
- สวิตช์ควบคุมการไหล (Flow switch)
- การทำงานของ SIGHT GLASS
- การทำงานของ REFRIGERANT DRYER
- อื่นๆ ตามที่คุณผลิตกำหนด

### ระบบไฟฟ้าและระบบควบคุม

- การทำงานของ FUSE
- การทำงานของ CONTROL RELAY
- การทำงานของ CURRENT LIMITING CONTROL
- กวดขันชั่วคราวต่อสายไฟ STARTER
- COMPRESSOR WINDING
- อื่นๆ ตามที่ผู้ผลิตกำหนด

### ทั่วไป

- ระดับแทนเครื่อง
- การทำงานของสปริงกันสะเทือน
- ฉนวนกันความร้อน
- ตรวจวัดและวิเคราะห์ระดับเสียงจากการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น

## 2.5 การรับประกัน

รายการวัสดุอุปกรณ์ ที่ผู้รับจ้างจะต้องรับประกัน (โดยไม่คิดค่าของและค่าแรง) เป็นระยะเวลา 2 ปี นับจากวันที่ผู้ว่าจ้างออกใบรับรองแสดงการเสร็จเรียบร้อยของงาน (CERTIFICATE OF COMPLETION) โดยจะต้องออกใบรับประกันเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้รับจ้าง หรือตัวแทนจำหน่าย และ/หรือ จากผู้ผลิต โดยตรง ซึ่งวัสดุอุปกรณ์ดังกล่าวจะประกอบด้วยรายการดังต่อไปนี้

1. ชิ้นส่วนทุกชิ้นของแผงควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (MICROPROCESSOR CONTROL PANEL)
2. ชุดคอมเพรสเซอร์ และชุดมอเตอร์ รวมถึงอุปกรณ์ควบคุมสารทำความเย็น
3. SENSOR และมาตรวัดต่างๆ ที่ติดตั้งมาจากโรงงานผู้ผลิต
4. ชุด COOLER หรือ CONDENSER
5. ชุด STARTER
6. อุปกรณ์เสริมอื่นๆ (ถ้ามี)

ตามข้อ 2.6 การรับประกันชิ้นส่วนต่างๆ กรณีเกิดการเสียหาย ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนชิ้นส่วนให้ใหม่

## 2.6 SPARE PART (อุปกรณ์ที่สำรองไว้เปลี่ยนตามช่วงระยะเวลาใช้งานที่ผู้ผลิตกำหนด)

รายการ SPARE PART ที่ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบให้ทางโครงการ พร้อมกับการส่งมอบงานงวดสุดท้าย โดยจะต้องจัดทำเป็นตารางรายการ SPARE PART ซึ่งระบุรายละเอียดเบื้องต้นไม่น้อยกว่าดังนี้

- ชื่อยี่ห้อ, ชื่อรุ่น ที่ติดตั้งใช้ในปัจจุบัน
- ชื่อยี่ห้อ, ชื่อรุ่น ที่สามารถเทียบเท่าใช้ทดแทนได้
- ชื่อตัวแทนจำหน่าย หรือผู้ผลิต พร้อมที่อยู่และหมายเลขโทรศัพท์ติดต่อ

โดยรายการ SPARE PART ที่ผู้รับจ้างจะต้องเสนอ **จำนวนและราคาต่อหน่วย** เนื่องจากจะต้องมีการเปลี่ยนตามข้อกำหนดของผู้ผลิตภายในช่วงเวลา 2 ปี จะต้องประกอบด้วยรายการอย่างน้อยดังนี้

- REFRIGERANT, REFRIGERANT DRIER
- อื่นๆ ตามที่ผลิตแนะนำให้เปลี่ยนภายในช่วงเวลาดังกล่าว (โดยไม่คิดค่าแรงในการเปลี่ยนอุปกรณ์)

## 2.7 การบำรุงรักษา

รายการบำรุงรักษาเครื่องทำน้ำเย็น ที่ผู้รับจ้างจะต้องเข้ามาให้บริการเป็นระยะเวลา 2 ปี (ทั้งหมดอย่างน้อย 8 ครั้ง ในเวลา 2 ปี หรืออาจจะมากกว่าถ้าต้องเข้ามาบริการ ส่วนอื่นตามที่คุณผู้ผลิตกำหนด) จะต้องประกอบด้วยรายการอย่างน้อยดังนี้

- ก. ตรวจสอบและเติมปริมาณสารทำความเย็นทุก 3 เดือน หรือตามข้อกำหนดของผู้ผลิต
- ข. ตรวจสอบและเปลี่ยน REFRIGERANT DRIER ทุก 6 เดือนหรือตามข้อกำหนดของผู้ผลิต
- ค. ล้างทำความสะอาด COOLER & CONDENSER TUBE ทุก 6 เดือน
- ง. ตรวจสอบ ตรวจวัด และรายงานผลการวิเคราะห์รายละเอียดทางเทคนิคทุกรายการเหมือนกับหัวข้อ START UP & COMMISSIONING (ข้อ 3-1.5 ง.) ให้ทางโครงการทุก 3 เดือน
- จ. ตรวจสอบเช็คตู้ STARTER และ CONTROL ทุก 3 เดือน

## 2. หอผึ่งน้ำ (COOLING TOWER)

### 2.1 ทั่วไป

- ก. หอผึ่งน้ำให้เป็นแบบ PACKAGE CROSS FLOW COOLING TOWER พร้อม WATER BASIN ออกแบบ ให้สามารถใช้งานกับสภาพอากาศภายนอกแบบร้อนชื้นได้เป็นอย่างดี และจะต้องถ่ายเทความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สมรรถนะการทำงานจะต้องมีการทดสอบตามมาตรฐานของ COOLING TOWER INSTITUTE (CTI) หรือ JCI โดยในขั้นตอนการเลือกเพื่อขออนุมัติต่อผู้ออกแบบ ให้แสดงรายการคำนวณในการเลือกและเมื่อติดตั้งระบบแล้วเสร็จจะต้องทดสอบสมรรถนะการทำงานจริงกับ CHILLER 1 ชุด และ COOLING TOWER 1 ชุด ( หรือตามจำนวนที่ระบุ )
- ข. ชุดหอผึ่งน้ำจะต้องประกอบสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิต และได้รับการสมดุลง สำหรับชิ้นส่วนที่หมุนได้ ทั้งทางสถิตยศาสตร์ และจลศาสตร์ ในกรณีที่มีเหตุจำเป็นทำให้ต้องประกอบชุดหอผึ่งน้ำ ที่สถานที่ติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายละเอียดขั้นตอนการประกอบติดตั้ง พร้อมขอแนะนำที่โรงงานผลิต แนะนำให้วิศวกรพิจารณาตรวจสอบและอนุมัติก่อนการดำเนินการ

- ค. ชุดหอฝิ่งน้ำจะต้องติดตั้งอยู่บนแท่นคอนกรีตเสริมเหล็ก ตามรายละเอียดที่โรงงานผู้ผลิตแนะนำ และเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่จะต้องประสานงานกับผู้เกี่ยวข้องเพื่อจัดเตรียมแท่นดังกล่าว นอกจากนี้ การติดตั้งชุดหอฝิ่งน้ำจะต้องจัดวางให้การถ่ายเทอากาศเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ในกรณีที่จะต้องจัดให้มี TUNNEL, HOOD หรือ/และยกชุดหอฝิ่งน้ำให้สูงขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำเนิการหากจำเป็น, 45 DISCHARGE HOOD ( FRP )
- ง. ผู้รับจ้างจะต้องเลือกขนาดของหอฝิ่งน้ำ และจำนวนตามที่กำหนดไว้ในแบบ และรายละเอียดข้อกำหนด พร้อมทั้งจัดทำ TECHNICAL SELECTION และรายละเอียดที่จำเป็นทางเทคนิคให้อนุมัติก่อนการดำเนินการ และหอฝิ่งน้ำที่เลือกใช้จะต้องเป็นแบบ LOW NOISE DESIGN หอฝิ่งน้ำที่มีหลาย CELL ในหนึ่งชุดให้มี CASING กันระหว่าง CELL และทำเป็นประตูที่สามารถเปิดปิดได้ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดมลพิษเสียง ในกรณีเปิดใช้งานที่ละ CELL
- จ. ชุดหอฝิ่งน้ำจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ไม่น้อยกว่า ดังต่อไปนี้  
ตัวเรือน, พัดลมและมอเตอร์, TUNNEL & SOUND ATTENUATOR, FILLING, UPPER WATER BASIN พร้อมฝาครอบ HOT WATER BASIN COVER ( FRP ) โดยมี HANDRAIL ( HDGS ) โดยรอบ, CAGE LADDER ( HDGS ) และ SERVICE ENTRANCES, CAT WALK, ท่อน้ำทางเข้า, ท่อน้ำเติม พร้อมสวิทช์ลูกลอย, ท่อน้ำทิ้ง, EQUALIZER LINE, SPRINKLER และอุปกรณ์ ควบคุมการไหลของน้ำที่ท่อน้ำทางเข้า
- ฉ. ในกรณีที่ขนาดของหอฝิ่งน้ำที่เลือกใช้ต่อชุด มีจำนวนของมอเตอร์พัดลม, ท่อน้ำและอุปกรณ์ที่ทางเข้า, ทางออก และอุปกรณ์ต่างๆ มากกว่าที่กำหนดไว้ตามแบบผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบ และจัดหาอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ดังกล่าวเพิ่มเติม จนกระทั่งชุดหอฝิ่งน้ำสามารถใช้งานได้ โดยไม่มีงานเพิ่มเติม
- ช. ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำกร COMMISSIONING ระบบน้ำหล่อเย็น โดยตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำและลมที่เข้าและออกจากหอฝิ่งน้ำแต่ละชุด การ ใช้พลังงานไฟฟ้า และอื่นๆ ที่จำเป็นให้วิศวกรตรวจพิจารณาก่อนการส่งมอบงาน
- ซ. ในกรณีที่ชุดหอฝิ่งน้ำติดตั้งอยู่ในระดับพื้นชั้นเดียวกับห้องเครื่องทำน้ำเย็น ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำโครงสร้างรองรับ เพื่อยกระดับของชุดหอฝิ่งน้ำให้สูงกว่าระดับของเครื่องทำน้ำเย็น โครงสร้างรองรับให้เป็นโครงสร้างเหล็กหรือ คอนกรีต ให้ผู้รับจ้างเสนอรายละเอียดการจัดทำให้วิศวกรตรวจสอบและ อนุมัติก่อนการดำเนินการ

## 2.2 ตัวเรือน

ตัวเรือนของหอฝิ่งน้ำให้เป็นแบบ ANTI-VIBRATION และ RUST PROOF FIBREGLASS REINFORCED POLYESTER RESIN (FRP) ออกแบบให้ทนต่อการกัดกร่อน และต้านทานแรงลม

ได้เป็นอย่างดี โลหะที่ใช้จะต้องเป็นชนิดทนต่อการกัดกร่อน เช่น HOT DIP GALVANIZED STEEL การประกอบและออกแบบทิศทางลมเข้า (LOUVER) จะต้องแนบสนิทไม่เกิดรอยรั่ว และจะต้องให้ทิศทางของลมสัมผัสกับชุด FILLING อย่างทั่วถึง เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนสูง อีกทั้งจะต้องออกแบบให้ลมที่ออกจากหอผึ่งน้ำพา น้ำออกจากชุดหอผึ่งน้ำไม่มากกว่า 0.005% (WATER DRIFT LOSS) ของ RATED WATER FLOW และให้แสดงผลงานการติดตั้งที่พิสูจน์ว่าค่า DRIFT LOSS ไม่เกิน 0.005%

### 2.3 พัดลมและมอเตอร์

พัดลมให้เป็นแบบ AXIAL FLOW, ADJUSTABLE PITCH, AEROFOIL BLADE TYPE, ทำด้วยวัสดุ ALUMINIUM ชนิด LOW NOISE DESIGN โดยจะต้องทดสอบให้มีค่าระดับเสียงดังไม่เกิน 68dBA ที่ระยะห่าง 2.00 ม. จากช่องลมเข้า และต้องได้รับการสมดุล ทั้งทางด้านสถิตยศาสตร์ และจลศาสตร์ สมรรถนะของพัดลมจะต้องออกแบบให้สามารถส่งลมได้อย่างเพียงพอสำหรับการถ่ายเทความร้อน มอเตอร์ให้เป็นชนิด TOTALLY ENCLOSED FAN COOLED 1,450 รอบต่อนาที หรือต่ำกว่าใช้กับสภาพอากาศภายนอกได้เป็นอย่างดี โดยมี มาตรฐาน IEC CLASS IP55 หรือดีกว่า มอเตอร์จะต้องใช้กับระบบไฟฟ้าแบบ 380 โวลท์ 50 เฮริสท์ 3 PHASE ต่อขับพัดลม แบบใช้ชุด Gear ทดรอบ หรือสายพาน ชุดขับเคลื่อนจะต้องจัดให้มี INSPECTION VISUAL และจะต้องสามารถถอดเปลี่ยน หรือตรวจซ่อมได้โดยง่าย ยี่ห้อของมอเตอร์ให้เป็นไปตามรายการอุปกรณ์ที่กำหนดให้ใช้

### 2.4 FILLING และ ELIMINATOR

FILLING จะต้องออกแบบให้มีประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนได้ดี อีกทั้งจะต้องไม่ให้น้ำที่ไหลผ่านฟุ้งกระจายหรือเกิดการ CARRY OVER วัสดุที่ใช้ให้เป็น POLYVINYL CHLORIDE (PVC) หรือที่พิจารณาแล้วว่ามีคุณภาพเทียบเท่า ELIMINATOR และจะต้องจัดให้มี ชุด ELIMINATOR โดยเป็นชิ้นเดียวกันกับ FILLING หรือเป็นอุปกรณ์เพิ่มเติม เพื่อป้องกันมิให้น้ำฟุ้งกระจายออกจากหอผึ่งน้ำมากเกินไป

### 2.5 ปรกรณ์ประกอบอื่นๆ

อุปกรณ์ประกอบหอผึ่งน้ำที่จะต้องจัดให้มี เป็นมาตรฐาน เช่น บันได, ช่องทางสำหรับการซ่อมบำรุง, ท่อน้ำทางเข้า, ท่อน้ำทางออก, ตะแกรงกันใบพัดลม, สวิทช์ลูกลอย, BOLT and NUT SS304 ทั้งหมดที่ใช้ประกอบให้เป็น STAINLESS STEEL และต้องมี Guard Protection บริเวณทางขึ้นและทางเดิน SERVICE โดยรอบ และมีครอบกันตกบริเวณบันได และบันไดจะต้องต่อยาวจนถึงพื้นทางขึ้น

### 2.6 ระบบกระจายน้ำ

จะต้องออกแบบมาเพื่อให้สามารถกระจายน้ำได้ทั่วถึงพื้นที่หน้าตัดของ Filling ด้วย Metering Orifice โดยวัสดุทำด้วย PP หรือวัสดุที่ทนการกัดกร่อนได้ดี และที่ถาดน้ำร้อน (HOT WATER BASIN) จะต้องถูกออกแบบมาให้มีฝาครอบถาดน้ำร้อนเพื่อป้องกันแสงแดดซึ่งจะก่อให้เกิดตะไคร่

ในถาดน้ำร้อน ทั้งนี้ถาดน้ำร้อนต้องมีขนาดใหญ่กว่าขนาดที่รับอัตราการไหลที่กำหนดไว้ 150% (ใหญ่กว่าปกติที่ระบุไว้ 150%)

## 2.7 ให้มี TUNNEL และ SOUND ATTENUATOR

จากด้าน FAN DISCHARGE เชื่อมต่อกับผนัง GRILLE ของอาคาร โดยต้องมีระดับเสียงด้าน DISCHARGE ต่ำสุด ไม่กระทบต่อผู้ใช้อาคารและผู้อาศัยอยู่ใกล้เคียง

## 3. เครื่องส่งลมเย็น

### 3.1 ทั่วไป (GENERAL)

เครื่องส่งลมเย็นจะต้องประกอบสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิตในกรณีประกอบจากโรงงานผู้ผลิตภายในประเทศจะต้องได้รับการอนุญาต และรับรองจากบริษัทผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็นโดยตรงเป็นชนิดที่ใช้กับระบบ CHILLED WATER ความดันใช้งาน CLASS 300 PSIG โดยเฉพาะ ใช้ได้กับระบบไฟฟ้า 380 VOLT 3 PHASE 50 Hz. ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ TECHNICAL SELECTION แสดงรายละเอียดการเลือกเครื่องส่งลมเย็นให้พิจารณาประกอบในการเสนอราคาด้วย และก่อนการสั่งซื้อ เครื่องส่งลมเย็น (AIR HANDLING UNITS) ให้หมายถึง เครื่องส่งลมเย็นที่มีชุดขับเคลื่อนและมอเตอร์เป็นแบบสายพานและไม่สามารถปรับความเร็วรอบได้ด้วยสวิตช์พัลลัม

เครื่องส่งลมเย็น ให้เป็นแบบ DOUBLE SKIN VERTICAL OR HORIZONTAL DRAW THRU ยกเว้นกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น โดยจะต้องมีชุดขับเคลื่อนเป็นแบบ BELT DRIVE และประกอบด้วยอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

- ก. ตัวถัง (METAL HOUSING)
- ข. พัดลม (FAN)
- ค. มอเตอร์และชุดขับเคลื่อน (MOTOR AND DRIVE)
- ง. คอยล์ทำความเย็น (COOLING COIL)
- จ. ถาดรองน้ำทิ้ง (DRAIN PAN) ตามมาตรฐานผู้ผลิต
- ฉ. แผ่นกรองอากาศ (AIR FILTER) MERV8 + MERV 13 FILTER
- ช. AUTOMATIC TEMPERATURE CONTROL & EQUIPMENT
- ซ. BALANCING VALVE, AUTOMATIC AIR VENT, STRAINER, SHUT OFF VALVE, DRAIN VALVE
- ฅ. AIR DUCT SMOKE DETECTOR
- ญ. DISCHARGE DAMPER
- ฎ. RETURN AIR PLENUM WITH RETURN AIR DAMPER, FRESH AIR DAMPER
- ฏ. SERVICE PANEL

### 3.2 ตัวถัง (METAL HOUSING)

METAL HOUSING ประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กอาบสังกะสี (GALVANIZED STEEL SHEET) ชนิดหนา ทั้ง 2 ชั้น โดยมีฉนวน POLYURETHANE ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า  $40 \text{ kg/m}^3$  หนา 1 นิ้ว อยู่ตรงกลาง มีลักษณะเป็นส่วนๆ ถอดแยกชิ้นได้ (MODULAR OR COMPARTMENT) ยึดติดกับโครงสร้างเหล็กอย่างดี เรียบสนิทโดยไม่เกิดหยดน้ำ (CONDENSATION) บริเวณรอยต่อและมุมความชื้นสะสมและรอยรั่ว จัดให้มีประตูซ่อมบำรุงแบบมีบานพับ และมีมือจับปิดเปิด (QUICK RELEASE DOOR LATCH) เพื่อใช้ในการตรวจและซ่อมบำรุงรักษาภายใน METAL HOUSING ภาตรองน้ำทิ้งให้เป็นแผ่นเหล็ก อาบสังกะสีชนิดหนา และกรุด้วยฉนวน POLYURETHANE FOAM หนาไม่น้อยกว่า 1/2" หรือฉนวน FLEXIBLE RUBBER FOAM หนา 1/2"

### 3.3 พัดลม (FAN)

พัดลมเป็นแบบ FORWARD CURVED, BACKWARD หรือ AIRFOIL BLADE CENTRIFUGAL TYPE, SLOW SPEED TYPE CLASS 1 FAN HOUSING เป็นแผ่นเหล็กอาบสังกะสี หรือแผ่นเหล็กทาสีกันสนิม ชนิดหนาขึ้นรูปอย่างดี เพื่อให้ลมที่ปากทางเข้าไม่เกิดการไหลวนและกระแทก ใบพัดติดตั้งอยู่บนเพลาลูกตุนและจะต้องได้รับการสมดุลอย่างถูกต้องทั้ง STATIC และ DYNAMIC สมรรถนะของพัดลมจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ AMCA หรือที่อนุมัติเทียบเท่า BEARING ให้เป็นแบบ SELF-ALIGNING และเลือกให้ชั่วโมงการใช้งานมากกว่า 50,000 ชั่วโมง ระดับเสียงที่เกิดจากการทำงานเมื่อตรวจวัดที่ระยะประมาณ 1.50 เมตรจากเครื่องส่งลมเย็น จะต้องไม่เกิน NC 45 โดยพิจารณาจากจุดที่มีเสียงดังสูงสุดในกรณีมีห้องเครื่องส่งลมเย็นให้วัดความดังของเสียงนอกบริเวณห้องเครื่องส่งลมเย็น และเกณฑ์ในการเลือกพัดลมให้เป็นไปตามการเลือกพัดลม ยี่ห้อของพัดลมให้เป็นไปตามรายการอุปกรณ์ที่กำหนดให้ใช้

### 3.4 มอเตอร์และชุดขับ (MOTOR AND DRIVE)

มอเตอร์ให้เป็นแบบ TOTALLY ENCLOSED FAN COOLED TYPE ความเร็วรอบประมาณ 1,450 RPM. ต้องเป็นมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงทุกชุด มอเตอร์ขนาด 0.75 แรงม้า และใหญ่กว่าให้เป็น 380 V, 3 PHASE และ 50 Hz. ชุดขับให้เป็นแบบ VARIABLE PITCH PULLEYS และสมดุลอย่างถูกต้อง โดยไม่สั่นสะเทือน และเกิดเสียงดังขณะทำงานตามที่ยอมรับได้ สายพานให้เป็นแบบ OIL RESISTANT และเลือกขนาดมอเตอร์ใหญ่ไม่น้อยกว่า 120% ของแรงม้า มอเตอร์สำหรับเครื่องส่งลมเย็นที่มีมอเตอร์ และชุดขับอยู่ข้างนอก ให้มีกระบังสายพานปิดให้มิดชิด ยี่ห้อของมอเตอร์ให้เป็นไปตามรายการอุปกรณ์ที่กำหนดให้ใช้

### 3.5 คอยล์ทำความเย็น (COOLING COIL)

COOLING COIL ให้เป็นแบบท่อทองแดง มี ALUMINUM FINS ยึดติดอยู่กับท่อทองแดง และประกอบอยู่บนโครงเหล็กชุบสังกะสีอย่างดี COOLING COIL จะต้องเป็นชนิด VERTICAL COIL ออกแบบให้มีประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนสูง ความเร็วลมไหลผ่าน COOLING COIL ไม่มากกว่า 500 ฟุต ต่อนาที จำนวนครีปไม่เกิน 12 ครีปต่อนิ้ว และจำนวนแถวไม่เกิน 6 แถว หากเกิน 6 แถว จะต้องแยกชุดท่อ

ออกเป็น 2 ชุด วางห่างกันไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร พร้อมกับมีช่องเปิดเพื่อฉีดล้างขดท่อได้ และค่าความดันลดเมื่อน้ำไหลผ่านตามอัตราการไหลที่กำหนดต้องไม่เกิน 15 ฟุต COIL จะต้องได้รับการทดสอบแรงดันไม่น้อยกว่า 250 PSIG จากโรงงานผู้ผลิต ตาม ARI STANDARD 410 และต้องไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของแรงดันใช้งาน และจะต้องจัดให้มี AUTOMATIC AIR VENT แบบ FLOAT TYPE พร้อม GATE หรือ BALL VALVE เพื่อปล่อยให้อากาศออกจาก COIL ได้ และ DRAIN VALVE ทั้ง 2 ด้าน เพื่อระบายน้ำและ CIRCULATED COIL ได้

### 3.6 แผ่นกรองอากาศ (AIR FILTER)

แผ่นกรองอากาศสำหรับเครื่องส่งลมเย็นให้มี PRE FILTER และ MEDIUM FILTER โดยชนิด PRE FILTER TYPE ติดตั้งที่ด้านลมกลับ FILTER เป็นแบบ SYNTHETIC FIBERS ให้มีความหนาไม่ต่ำกว่า 2" และประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า MERV8, G4 (ให้เป็นแบบ WASHABLE) และชนิด MEDIUM FILTER TYPE แบบ EXTENDED REGID CELL FILTERS ให้มีความหนาไม่เกิน 12" และมีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า MERV13, F7

### 3.7 AUTOMATIC TEMPERATURE CONTROL

จะต้องจัดให้มีระบบควบคุมอุณหภูมิโดยอัตโนมัติ AUTOMATIC TEMPERATURE CONTROL ที่เครื่องส่งลมเย็นทุกชุด

### 3.8 BALANCING VALVE, AUTOMATIC AIR VENT, STRAINER, และ SHUT OFF VALVE

จะต้องจัดให้มี BALANCING VALVE, AUTOMATIC AIR VENT, STRAINER และ SHUT OFF VALVE ทั้ง Supply และ Return ประกอบเข้ากับระบบท่อน้ำของเครื่องส่งลมเย็นทุกชุด

### 3.9 AIR DUCT SMOKE DETECTOR

จะต้องจัดให้มี AIR DUCT SMOKE DETECTOR เพื่อทำหน้าที่ตรวจจับการควบคุมการทำงานของพัดลมที่เครื่องส่งลมเย็น ที่มีปริมาณลมหมุนเวียนตั้งแต่ 50 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ในกรณีเกิดเพลิงไหม้ AIR DUCT SMOKE DETECTOR ให้มีช่วงอุณหภูมิการทำงาน 32-131 องศาฟาเรนไฮต์ และเป็นแบบแรงเคลื่อนไฟฟ้าต่ำ 12-24 VDC ติดตั้งอยู่ที่ท่อลมกลับ และในกรณีที่ระบบการนำลมกลับเข้าเครื่องส่งลมเย็น เป็นชนิดที่ไม่มีการติดตั้งท่อกลับเข้าเครื่องส่งลมเย็น ให้เลือก SMOKE DETECTOR เป็นชนิด SURFACE MOUNTING ติดตั้งบริเวณที่มีกระแสลมไหลกลับเข้าเครื่องส่งลมเย็นแทน

### 3.10 DISCHARGE DAMPER

จะต้องจัดให้มี DISCHARGE DAMPER ที่ทางออกของเครื่องส่งลมเย็นทุกเครื่อง เพื่อใช้ในการควบคุมปริมาณลมจากเครื่อง DISCHARGE DAMPER ให้เป็นแบบ MULTI-LEAVES OPPOSED BLADE มี CASING และ BLADE ประกอบและขึ้นรูปโดยใช้แผ่นเหล็กชุบสังกะสี เบอร์ 16 USSG แกนใบและจุดหมุนให้เป็นวัสดุที่มีผิวเรียบเป็นมัน ออกแบบและติดตั้งให้มีความเสียดทานน้อยที่สุด โดยไม่จำเป็นต้องใช้น้ำมันหล่อลื่นหรือจาระบี ก้านชักปรับแกนใบให้เป็นแบบตั้งตำแหน่งและล็อกได้



### 3.11 RETURN AIR PLENUM

สำหรับเครื่องส่งลมเย็นที่แขวนอยู่ในฝ้าเพดานให้จัดทำ RETURN AIR PLENUM ครอบตัวเครื่องส่งลมเย็นโดย ให้มีขนาดความกว้างและยาวพอเหมาะกับชุดเครื่องส่งลมเย็น และทำด้วยแผ่น GYPSUM BOARD หนา 9 มิลลิเมตร ปิดทับโครงสร้างเหล็ก (METAL STUD) อย่างแข็งแรง และให้ปิดรูรั่วด้วย ALUMINIUM TAPE เพื่อป้องกันลมร้อนกลับเข้าเครื่อง

### 3.12 SERVICE PANEL

จะต้องจัดให้มี SERVICE PANEL เพื่อใช้ในการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ต่างๆ ที่อยู่ภายในตัวเครื่องส่งลมเย็น โดยจะต้องมีขนาดใหญ่เพียงพอในการตรวจสอบและซ่อมแซมอุปกรณ์ที่อยู่ภายในและจะต้องเปิดออกได้สะดวกโดย มีบานพับและมีมือจับไร้สนิมประกอบสำเร็จจากโรงงาน ประตู Service panel จะต้องซีลโดยรอบกันลมรั่วเป็นอย่างดี

### 3.13 THERMOMETER และ PRESSURE GAUGE

จะต้องจัดให้มี THERMOMETER และ PRESSURE GAUGE ที่ท่อน้ำทางเข้า และออกจาก AHU ทุกชุด

## 4. เครื่องจ่ายลมเย็น (FAN COIL UNIT)

### 4.1 ทั่วไป (GENERAL)

เครื่องจ่ายลมเย็น (FAN COIL UNIT) จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับบริษัทผู้ผลิตเครื่องส่งลมเย็น (AIR HANDLING UNIT) และจะต้องประกอบสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิต ในกรณีที่ประกอบจากโรงงานผู้ผลิตภายในประเทศ จะต้องอยู่ภายใต้การรับรอง และได้รับอนุญาตจากบริษัทผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็นโดยตรง เป็นชนิดที่ใช้กับระบบ CHILLED WATER ความดันใช้งาน CLASS 300 PSIG โดยเฉพาะเครื่องจ่ายลมเย็น ให้เลือกขนาด โดยมีปริมาณลมตามที่กำหนดในแบบ และข้อกำหนดที่ HIGH STATIC PRESSURE และหรือที่กำหนดไว้ในแบบ โดยความเร็วลมผ่าน COOLING COIL ไม่มากกว่า 400 ฟุตต่ออนาที ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ TECHNICAL SELECTION แสดงรายละเอียดการเลือก FAN COIL UNIT ให้พิจารณาด้วย FAN COIL UNIT ประกอบด้วยอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

- ก. ตัวถัง (METAL HOUSING)
- ข. พัดลมและมอเตอร์ (FAN AND MOTOR)
- ค. ชุดท่อทองแดง (COOLING COIL)
- ง. แผ่นกรองอากาศ (AIR FILTER) MERV8 + MERV 13 FILTER
- จ. หน้ากากลม (DISCHARGE GRILLE)
- ฉ. AUTOMATIC TEMPERATURE CONTROL
- ช. BALANCING VALVE, STRAINER OFF VALVE, DRAIN VALVE
- ซ. AIR DUCT SMOKE DETECTOR
- ณ. RETURN AIR DETECTOR

ญ. ถาดรองน้ำทิ้ง (DRAIN PAN)

ฎ. SERVICE PANEL

เครื่องจ่ายลมเย็นชนิดแขวนในฝ้าเพดานและต่อท่อส่งลมเย็นได้ให้เป็นแบบ DUCT MOUNTED CONCEALED CEILING WITH PLENUM TYPE ให้เป็นแบบ DRAW THROUGH (Filter/Coil/Fan/Duct) มอเตอร์พัดลมและชุดขับให้ เป็น BELT DRIVE

เครื่องจ่ายลมเย็นชนิดแขวนใต้ฝ้าเพดานหรือตั้งพื้นแบบ FREE BLOW ให้เป็นแบบ CEILING MOUNTED TYPE หรือ FLOOR MOUNTED TYPE ตัวถังให้ เป็นแผ่นเหล็กอบสังกะสีชนิดหนา เคลือบสีอย่างดีให้ดูสวยงาม ช่องปรับลมและหน้ากากลม ให้เป็นแบบที่สามารถปรับการกระจายลมได้ 4 ทิศทาง มอเตอร์พัดลม และชุดขับให้ เป็น DIRECT DRIVE และปรับความเร็วได้ โดยให้เลือกรุ่นของเครื่องจ่ายลมเย็นที่สามารถส่งลมเย็นได้ตามข้อกำหนดที่ HIGH CFM และ HIGH STATIC PRESSURE ชุดควบคุมอุณหภูมิให้ เป็นชนิดที่สามารถปรับความเร็วพัดลมได้

#### 4.2 ตัวถัง (METAL HOUSING)

METAL HOUSING CASING ประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กอบสังกะสีชนิดหนา พ่นเคลือบด้วยสีอย่างดี กรุภายในด้วยฉนวน CLOSE CELL หนา 1" DRAIN PAN หรือถาดรองน้ำทิ้งจะต้องจัดวาง และให้มีขนาดใหญ่เพียงพอสำหรับน้ำ CONDENSATE ของ COIL และชุด VALVE ทั้งหมด พร้อมทั้งให้กรูด้วยฉนวน CLOSED CELL RUBBER FOAM หนา 1/2" ที่ได้ถาดน้ำทิ้งเพื่อป้องกันการเกิดหยดน้ำจากถาด

#### 4.3 พัดลมและมอเตอร์ (FAN AND MOTOR)

พัดลมเป็นแบบ FORWARD CURVE แบบ DOUBLE WIDTH, DOUBLE INLET CENTRIFUGAL TYPE ติดตั้งอยู่บนเพลลา พัดลม จะต้องได้รับการสมดุลอย่างดีทั้ง STATIC และ DYNAMIC เพื่อไม่ให้เกิดการสั่นสะเทือนและเสียงดังขณะทำงาน BEARING ให้เป็นแบบ SELF-ALIGNING และสามารถถอดเปลี่ยนได้ ในการซ่อมบำรุง มอเตอร์เป็นแบบ SPLIT CAPACITOR หรือที่อนุวัติเทียบเท่า และออกแบบให้สามารถขับพัดลมได้ในช่วง LOW SPEED มอเตอร์ให้ เป็นชนิด 3 ความเร็ว คือ LOW, MEDIUM และ HIGH SPEED และมีอุปกรณ์ THERMAL OVERLOAD อยู่ภายในตัวสำหรับ FAN COIL UNIT ที่มีชุดขับเป็นแบบมอเตอร์ และสายพานให้ใช้ข้อกำหนดเดียวกับ เครื่องส่งลมเย็น

#### 4.4 ขดท่อทองแดง (COOLING COIL)

COOLING COIL ให้เป็นท่อทองแดงมี ALUMINUM FINS ยึดติดแน่นกับท่อทองแดงโดยเชิงกล COOLING COIL จะต้องเป็นชนิด VERTICAL COIL ออกแบบให้มีประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนสูง ความเร็วลมไหลผ่าน COOLING COIL ไม่มากกว่า 400 ฟุตต่อนาที จำนวนครีบน้ำไม่เกิน 12 ครีบน้ำนิ้ว และจำนวนแถวไม่เกิน 5 แถว และค่าความดันลดเมื่อน้ำไหลผ่านตามอัตราการไหลที่กำหนดต้องไม่เกิน 15 ฟุต จะต้องผ่านการทดสอบแรงดันไม่น้อยกว่า 250 PSIG จากโรงงานผู้ผลิต ตาม ARI STANDARD 410 และจะต้อง

จัดให้มี AIR VENT เพื่อปล่อยอากาศออกจาก COIL ได้ และ DRAIN VALVE ทั้ง 2 ด้าน เพื่อระบายน้ำและ CIRCULATE COIL ได้

#### 4.5 แผ่นกรองอากาศ (AIR FILTER)

แผ่นกรองอากาศให้เป็นชนิด SYNTHETIC FIBER ความหนา 1 นิ้ว และประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า MERV8 และเป็นแบบ WASHABLE

#### 4.6 หน้ากากลม (DISCHARGE GRILLE)

สำหรับ FAN COIL UNIT แบบ FREE BLOW และเป็นชนิดติดตั้งได้ฝ้าเพดาน จะต้องจัดให้มี DISCHARGE GRILLE เป็นแบบปรับได้ 4 ทิศทาง ซึ่งออกแบบให้กระจายลมได้ดี

#### 4.7 AUTOMATIC TEMPERATURE CONTROL

จะต้องจัดให้มีระบบควบคุมอุณหภูมิโดยอัตโนมัติ AUTOMATIC TEMPERATURE CONTROL ที่ FAN COIL UNIT ทุกชุด

#### 4.8 BALANCING VALVE, STRAINER และ SHUT OFF VALVE

จะต้องจัดให้มี BALANCING VALVE, STRAINER และ SHUT OFF VALVE ทั้ง Supply และ Return ที่ FAN COIL UNIT ทุกชุด

#### 4.9 AIR DUCT SMOKE DETECTOR

จะต้องจัดให้มี AIR DUCT SMOKE DETECTOR เพื่อทำหน้าที่ตรวจจับการรั่วซึมของพัดลมที่เครื่องส่งลมเย็น ที่มีปริมาณลมหมุนเวียนตั้งแต่ 50 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ในกรณีเกิดเพลิงไหม้ AIR DUCT SMOKE DETECTOR ให้มีช่วงอุณหภูมิการทำงาน 32-131 องศา F และเป็นแบบแรงเคลื่อนไฟฟ้าต่ำ 12-24 VDC ติดตั้งอยู่ที่ท่อลมกลับ และในกรณีที่ระบบการนำลมกลับเข้าเครื่องส่งลมเย็น เป็นชนิดที่ไม่มี การติดตั้งท่อลมกลับเข้าเครื่องส่งลมเย็น ให้เลือก SMOKE DETECTOR เป็นชนิด SURFACE MOUNTING ติดตั้ง บริเวณที่มีกระแสลมไหลกลับเข้าเครื่องส่งลมเย็นแทน

#### 4.10 RETURN AIR CHAMBER

ให้จัดทำ RETURN AIR CHAMBER ครอบที่ชุด FAN COIL UNIT ที่แขวนอยู่ในฝ้าเพดานและตามที่ กำหนดไว้ในแบบ RETURN AIR CHAMBER จะต้องมีความกว้างและยาวพอเหมาะกับชุด FAN COIL UNIT เพื่อให้เพียงพอสำหรับการซ่อมบำรุงและทำด้วยแผ่น GYPSUM BOARD หนา 9 มิลลิเมตร ปิดทับโครงคร่าวเหล็ก (METAL STUD) อย่างแข็งแรง จากนั้นให้ปิดรูรั่วด้วย ALUMINIUM TAPE เพื่อ ป้องกันลมร้อนกลับเข้าเครื่อง

### 5. ระบบควบคุมอุณหภูมิโดยอัตโนมัติ (AUTOMATIC TEMPERATURE CONTROL)

#### 5.1 ทั่วไป (GENERAL)

- ก. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งระบบ AUTOMATIC TEMPERATURE CONTROL สำหรับระบบปรับอากาศ ระบบระบายอากาศ และทำงานได้ดีกับระบบน้ำเย็นระบบเดิม และระบบอื่นๆ ที่ระบุไว้ AUTOMATIC TEMPERATURE CONTROL ให้เป็นแบบ MODULATING หรือ ON-OFF สำหรับ FCU ขนาด 5 ตันความเย็นลงมา เว้นแต่ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ระบบควบคุม อุณหภูมิโดยอัตโนมัติให้ประกอบด้วย THERMOSTAT, CONTROL VALVE, DAMPER, MOTOR, CONTROLLER และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ที่จะทำให้ระบบควบคุมโดยอัตโนมัตินี้ ทำงานได้อย่างสมบูรณ์ การเลือกระบบวาล์วและอุปกรณ์ต่างๆ ประกอบในระบบท่อน้ำเย็นให้เป็น ดังนี้
- ความดันใช้งานด้าน CHILLED WATER SIDE CLASS 300 PSIG, 150 PSIG
  - ความดันใช้งานด้าน CONDENSER WATER SIDE CLASS 150 PSIG
- ข. ระบบควบคุมอุณหภูมิโดยอัตโนมัติจะต้องได้รับการจัดหาและติดตั้ง หรือให้ดำเนินการติดตั้งภายใต้คำแนะนำอย่างถูกวิธีจากบริษัทผู้ขายระบบควบคุมอุณหภูมิโดยอัตโนมัติโดยตรง
- ค. อุปกรณ์ทั้งหมดของระบบควบคุมอุณหภูมิโดยอัตโนมัติ ควรจะเป็นผลิตภัณฑ์จาก บริษัทผู้ผลิตเดียวกันเว้นแต่จะระบุให้เป็นอย่างอื่น
- ง. ระบบควบคุมอุณหภูมิโดยอัตโนมัติให้เป็นแบบแรงเคลื่อนไฟฟ้าต่ำ 12-24 VAC หรือ 12-24 VDC 50 Hz หรือเว้นแต่จะระบุให้เป็นอย่างอื่น
- จ. ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำรายการแสดงการเลือกอุปกรณ์ในระบบควบคุมอุณหภูมิโดยอัตโนมัติ ที่ใช้งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศให้วิศวกรอนุมัติก่อนการดำเนินการ
- ฉ. อุปกรณ์ควบคุมทั้งหมด จะต้องเชื่อมสัญญาณเข้ากับระบบ CHILLER PLANT MANAGEMENT และ BAS ได้

## 5.2 ROOM TEMPERATURE CONTROLLER & ZONE TEMPERATURE

- ก. ให้เป็นแบบ ELECTRONIC WITH BUILT-IN ROOM SENSOR PI ACTION หรือที่พิจารณาอนุมัติเทียบเท่า แสดงผลเป็นตัวเลขแบบ DIGITAL ติดตั้งที่ผนังกำแพง ปรับแต่งค่า และประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต
- ข. ออกแบบให้ใช้งานได้ดีกับระบบทำความเย็น โดยมีช่วงการปรับอุณหภูมิตั้งแต่ 55°F ถึง 85°F หรือ 15°C ถึง 29°C และหรือที่พิจารณาอนุมัติเทียบเท่า สามารถทำงานควบคุมปริมาณการไหลของน้ำได้ในเวลาเดียวกัน
- ค. ในกรณีที่ต้องใช้กับเครื่องจ่ายลมเย็นชนิดปรับความเร็วของมอเตอร์ได้ ให้ ROOM TEMPERATURE CONTROLLER มีสวิทช์ควบคุมการทำงานของพัดลมเป็น LOW, MEDIUM HIGH และ ON-OFF
- ง. การต่อใช้กระแสไฟฟ้าให้ต่อจาก ACTUATOR ที่ควบคุมหรือแหล่งจ่ายไฟที่ระบุให้ต่อได้
- จ. ZONE TEMPERATURE ให้มีลักษณะการออกแบบการทำงานและการใช้งานเหมือน ROOM TEMPERATURE CONTROLLER ยกเว้นไม่ต้องมีสวิทช์ควบคุมการทำงานของพัดลม

### 5.3 PRESSURE INDEPENDENT CONTROL VALVE

- ก. ให้เป็นแบบ PROPORTIONAL MODULATED NORMALLY CLOSED SPRING RETURN สำหรับเครื่องส่งลมเย็นที่มีขนาดมากกว่า 3 ตันความเย็น และให้เป็นแบบ ON-OFF NORMALLY CLOSED SPRING RETURN สำหรับเครื่องส่งลมเย็นที่มีขนาด 3 ตันความเย็น และต่ำกว่า
- ข. ออกแบบให้รับแรงดันและใช้งานได้ดีกับระบบทำความเย็นที่ใช้น้ำเย็นและ ACTUATOR แบบ ELECTRIC หรือ ELECTRONIC
- ค. CASING สำหรับ VALVE ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว และเล็กกว่าให้เป็น BRONZE หรือ BRASS SCREWED END หรือ THREAD END ตัว VALVE มีลักษณะการทำงานเป็นแบบ GLOBE และสำหรับ FCU ขนาด 5 ตันความเย็นลงมาให้เป็น GLOBE หรือ BALL ออกแบบให้ทนแรงดันได้ 1.5 เท่าของแรงดันใช้งานได้ตามที่ระบุ แต่ต้องไม่น้อยกว่า 150 PSI.WOG. SEAT ให้เป็น BRONZE STEM ให้เป็น STAINLESS STEEL มีระดับบอกตำแหน่งของก้าน VALVE CASING สำหรับ VALVE ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 1/2 นิ้วและใหญ่กว่า ให้เป็น CAST IRON FLANGED END ตัว VALVE มีลักษณะการทำงานเป็นแบบ GLOBE ออกแบบให้ทนแรงดันใช้งานได้ตามที่ระบุแต่ต้องไม่น้อยกว่า 150 PSI. WOG. SEAT ให้เป็น BRONZE STEM ให้เป็น STAINLESS STEEL มีระดับบอกตำแหน่งของก้าน VALVE
- ง. VALVE ให้เลือกขนาดโดยให้อัตราการไหลของน้ำตามที่กำหนดในแบบ และข้อกำหนดผ่าน VALVE โดย PRESSURE DROP ไม่เกิน 5 PSI
- จ. การเคลื่อนที่ของ VALVE STEM และ ACTUATOR จะต้องมีสัญลักษณ์บอกตำแหน่งเพื่อให้เกิดความสะดวกในการตรวจสอบการทำงาน

### 5.4 ACTUATOR OR ELECTRIC MOTOR

- ก. ให้เป็นแบบ ELECTRIC หรือ ELECTRONIC และหรือที่พิจารณาอนุมัติเทียบเท่าออกแบบให้ใช้งานได้ดีกับระบบทำความเย็นแบบใช้น้ำเย็นและเลือกใช้รุ่นที่เหมาะสมกับขนาดของ PRESSURE INDEPENDENT CONTROL VALVE, AIR DAMPER และแรงบิดใช้งาน (TORQUE)
- ข. ให้เป็นชนิด PROPORTIONAL MODULATED NORMALLY CLOSED SPRING RETURN หรือ ELECTRIC RETURN มี SIGNAL สามารถใช้งานร่วมกับระบบควบคุมอาคารโดยอัตโนมัติได้ เว้นแต่จะกำหนดเป็นอย่างอื่น
- ค. มอเตอร์และชุดขับเป็น ELECTRIC GEAR หรือที่พิจารณาอนุมัติเทียบเท่า มีสัญลักษณ์บอกตำแหน่งการทำงานและลักษณะการทำงานเป็น POSITIVE FAIL SAFE ขณะทำงานจะต้องไม่เกิดเสียงดัง MODULATING ACTION หรือเป็น 2 POSITION การหล่อลื่นให้เป็นแบบ SELF-LUBRICATED กระแสไฟฟ้าให้พิจารณาต่อใช้จากชุด STARTER พัดลมของเครื่องส่งลมเย็นหรือเครื่องจ่ายลมเย็นที่ควบคุม

## 5.5 AIR DAMPER

- ก. ให้เป็นแบบ MULTI LEAVES OPPOSED BLADE ออกแบบอุปกรณ์และใช้วัสดุอย่างเหมาะสม เพื่อให้เกิดความเสียหายน้อยที่สุด
- ข. ออกแบบให้ใช้งานได้ดีกับระบบการกระจายลมของระบบปรับอากาศ

## 5.6 การควบคุมอุณหภูมิแบบ SINGLE ZONE & SINGLE AHU (SZSA)

- ก. อุปกรณ์ควบคุมให้ประกอบด้วยรายการไม่น้อยกว่าดังต่อไปนี้
  - ROOM TEMPERATURE CONTROLLER (RTC)
  - PRESSURE INDEPENDENT CONTROL VALVE (MODULATED) หรืออื่นๆ ที่กำหนด
  - SUPPLY AIR DAMPER
  - DUCT SMOKE DETECTOR
- ข. การทำงานของระบบควบคุมทำงานโดยชุด RTC จะตรวจวัดอุณหภูมิลมกลับที่ห้องเครื่องส่งลมเย็น หรือที่บริเวณที่ติดตั้งเพื่อควบคุมปริมาณการไหลของน้ำเย็นที่ชุด PRESSURE INDEPENDENT CONTROL VALVE ให้เหมาะสมกับภาระการปรับอากาศในขณะนั้นให้การควบคุมเป็นแบบ PROPORTIONAL ในกรณีที่ลมกลับจากห้องปรับอากาศมีควันไฟชุด DUCT SMOKE DETECTOR จะตัดวงจรควบคุม เพื่อหยุดการทำงานของพัดลม และระบบปรับอากาศที่เกี่ยวข้อง

## 5.7 การควบคุมอุณหภูมิแบบ SINGLE ZONE & MULTIPLE AHUS (SZMA)

- ก. อุปกรณ์ควบคุมให้มีจำนวนของอุปกรณ์ตามจำนวนของ AHU โดยประกอบด้วยรายการไม่น้อยกว่าดังต่อไปนี้
  - ROOM TEMPERATURE CONTROLLER (RTC)
  - PRESSURE INDEPENDENT CONTROL VALVE (MODULATED) หรืออื่นๆ ที่กำหนด
  - SUPPLY AIR DAMPER (MOTORIZED)
  - DUCT SMOKE DETECTOR
- ข. การทำงานของระบบควบคุมให้ทำงานเป็นชุดได้อย่างอิสระ และการทำงานเหมือน SZSA ให้ชุด PRESSURE INDEPENDENT CONTROL VALVE เป็น NORMALLY CLOSED เพื่อไม่ให้น้ำไหลเข้า AHU ในกรณีที่ AHU ชุดนั้นไม่ทำงาน

## 5.8 การควบคุมอุณหภูมิแบบ SINGLE ZONE & MULTIPLE FCU (SZSF)

- ก. อุปกรณ์ควบคุมให้ประกอบด้วยรายการไม่น้อยกว่าดังต่อไปนี้
  - ROOM TEMPERATURE CONTROLLER (RTC)
  - PRESSURE INDEPENDENT CONTROL VALVE (MODULATED) หรืออื่นๆ ที่กำหนด
- ข. การทำงานของระบบควบคุม ทำงานโดยชุด RTC จะตรวจวัดอุณหภูมิลมกลับ เพื่อควบคุมปริมาณการไหลของน้ำเย็นที่ชุด PRESSURE INDEPENDENT CONTROL VALVE ให้เหมาะสมกับภาระการ

ปรับอากาศในขณะนั้น ในกรณีที่ FCU ใช้มอเตอร์ชนิดปรับปริมาณลมได้เป็น LOW MEDIUM และ HIGH ให้ชุด RTC มีสวิตช์ควบคุมการใช้งานดังกล่าวด้วย สำหรับ FCU ที่มีขนาดการทำความเย็นต่ำกว่า 36,000 BTU/HR อาจพิจารณาใช้ PRESSURE INDEPENDENT CONTROL VALVE เป็นแบบ MOTORIZED ได้ สำหรับ FCU ที่ซ่อนในฝ้าเพดาน (CONCEALED TYPE) และต่อท่อลม (DUCT MOUNTED) ให้ติดตั้ง DUCT SMOKE DETECTOR เพื่อหยุดการทำงานของพัดลมและระบบปรับอากาศที่เกี่ยวข้องได้ ในกรณีที่มีควันไฟในระบบลมกลับ

## 5.9 การควบคุมอุณหภูมิแบบ SINGLE ZONE & MULTIPLE FCUS (SZMF)

- ก. อุปกรณ์ควบคุมให้มีจำนวนของอุปกรณ์ตามจำนวนของ FCU โดยมีรายการไม่น้อยกว่าดังต่อไปนี้
- ROOM TEMPERATURE CONTROLLER (RTC)
  - PRESSURE INDEPENDENT CONTROL VALVE (MODULATED) หรืออื่นๆ ที่กำหนด
  - SUPPLY AIR DAMPER
  - DUCT SMOKE DETECTOR
- ข. การทำงานของระบบควบคุมให้ทำงานเป็นชุดได้อย่างอิสระ และการทำงานเหมือน SZMA โดยในกรณีที่ FCU ใช้มอเตอร์ ชนิดปรับปริมาณลมได้ ให้ใช้ชุด RTC เหมือน SZSF สำหรับ FCU ที่มีขนาดการทำความเย็นต่ำกว่า 36,000 BTU/HR อาจพิจารณาใช้ PRESSURE INDEPENDENT CONTROL VALVE แบบ MOTORIZED ได้

## 6. เครื่องสูบน้ำเย็น และน้ำหล่อเย็น (CHILLED WATER & CONDENSER WATER PUMP)

### 6.1 ทั่วไป (GENERAL)

เครื่องสูบน้ำให้เป็นแบบ HORIZONTAL SPLIT CASE CENTRIFUGAL PUMP ออกแบบให้ทำงานที่ความเร็วรอบประมาณ 1,450 RPM มีประสิทธิภาพการทำงานไม่น้อยกว่า 80% แกนเพลลาเครื่องสูบน้ำต่อตรงกับเพลลาของมอเตอร์โดยใช้ FLEXIBLE COUPLING และให้มีครอบเหล็กครอบส่วนที่หมุนของเครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ให้ติดตั้งบนแท่นโลหะ (STRUCTURE STEEL BASE PLATE) เดียวกันก่อนนำไปยึดติดกับแท่นคอนกรีต (INERTIA BLOCK) ระหว่างแท่นคอนกรีต และแท่นพื้นโครงสร้างให้มีอุปกรณ์ช่วยลดความสั่นสะเทือน (SPRING ISOLATOR) ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่ง PERFORMANCE CURVE, อุปกรณ์ต่างๆ และข้อกำหนดทางเทคนิคของตัวเครื่องสูบน้ำเสนออนุมัติจากวิศวกรเครื่องสูบน้ำทั้งหมดให้เป็นยี่ห้อเดียวกัน

- ความดันใช้งานด้าน CHILLED WATER SIDE CLASS 300 PSIG
- ความดันใช้งานด้าน CONDENSER WATER SIDE CLASS 150 PSIG

### 6.2 ตัวเรือน (CASING)

ตัวเรือนให้เป็นเหล็กหล่อหรือที่อนุมัติเทียบเท่า ออกแบบให้สามารถใช้งานในประเภทนี้ได้เป็นอย่างดี และใช้งานได้ 1.5 เท่าของความดันใช้งานและไม่น้อยกว่า 300 PSI W.O.G. สำหรับ และ CHP, 150 PSI

W.O.G สำหรับ CDP โดยต้องได้รับการทดสอบ และการรับประกันว่าสามารถทนความดันได้สูงไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความดันใช้งานที่กำหนด

### 6.3 ใบพัด (IMPELLER)

ใบพัดให้เป็นโลหะบรอนซ์หล่อขึ้นเดียวหรือที่อนุมิติเทียบเท่า และได้รับการสมดุล แรงเหวี่ยงอย่างถูกต้อง ทั้งทาง STATIC และ DYNAMIC

### 6.4 เพลา (SHAFT) และ SEAL

เพลาของเครื่องสูบน้ำให้เป็น STAINLESS STEEL หรือที่อนุมิติเทียบเท่า และออกแบบให้รับต่อสภาพ แรงบิดสูงๆ ได้เป็นอย่างดี SEAL ของแกนเพลาให้เป็นแบบ MECHANICAL SEAL

### 6.5 แหวนรอง (WEARING RINGS)

แหวนรอง ให้เป็นโลหะบรอนซ์หรือที่อนุมิติเทียบเท่า สามารถถอดเปลี่ยนได้

### 6.6 มอเตอร์ (MOTOR)รอง (WEARING RINGS)

มอเตอร์ของเครื่องสูบน้ำ ให้เป็นมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง ให้เป็นแบบ TOTALLY ENCLOSED FAN COOLED ออกแบบให้ทำงานที่ความเร็วรอบประมาณ 1450 rpm., 380 V, 3 PHASE และ 50 Hz. ขนาดของมอเตอร์ต้องเลือกให้มีขนาดไม่น้อยกว่า ของแรงม้าสูงสุดที่ต้องการ ตามขนาดของ IMPELLER ที่ใช้งานของเครื่องสูบน้ำนั้น ยี่ห้อของมอเตอร์ให้เป็นไปตามรายการอุปกรณ์ที่กำหนดให้ใช้

### 6.7 ลูกปืน (BEARING)

ลูกปืน เป็นแบบ HEAVY DUTY BALL BEARING ออกแบบให้มีอายุการใช้งานมากกว่า 100,000 ชั่วโมง และสามารถถอดเปลี่ยนได้โดยง่าย โดยต้องไม่กระทบกระเทือนต่ออุปกรณ์อื่นๆ ในตัวเครื่องสูบน้ำ และระบบท่อน้ำ

### 6.8 FLEXIBLE COUPLING

FLEXIBLE COUPLING ให้เป็นวัสดุที่ทำจาก POLYURETHANE และเป็นชนิดที่ได้รับการออกแบบให้รับ แรงบิด, ส่งได้สูงทุกสภาวะความเร็ว, ไม่ชำรุด เสียหายเนื่องจากน้ำ, น้ำมัน ฝุ่นละอองและสภาวะอากาศที่เปลี่ยนแปลง

### 6.9 STRUCTURE STEEL BASE PLATE

เครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ให้ติดตั้งอยู่บนแท่นเหล็กหล่อหรือแท่นเหล็ก และจะต้องได้รับการ ALIGNMENT ที่ตัวเครื่องสูบน้ำ และมอเตอร์อย่างดี โดยการ ALIGNMENT ให้ดำเนินการเมื่อติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดของ เครื่องสูบน้ำแล้วและเปิดเครื่องสูบน้ำเพื่อใช้งาน ความเที่ยงตรงในขณะที่เพลาหมุน เมื่อตรวจวัดด้วย DIAL GAUGE จะต้องไม่เกิน 1 มิลลิเมตรหรือไม่เกิน TOLERANCE ที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด

### 6.10 VIBRATION ISOLATOR

ระหว่างแท่นเครื่องสูบน้ำ (INERTIA BLOCK) และแท่นพื้นโครงสร้างจะต้อง มี SPRING ISOLATOR ซึ่ง จะต้องเลือกขนาด และชนิดให้เหมาะสม และเป็นไปตามข้อแนะนำของบริษัทผู้ผลิต เพื่อมิให้เกิดความ



สั่นสะเทือน หรือเสียงดังขณะเครื่องสูบน้ำทำงาน แต่ทั้งนี้ VIBRATION ISOLATION EFFICIENCY ต้องไม่น้อยกว่า 95% และ STATIC DEFLECTION ไม่มากกว่า 1.00 นิ้ว

#### 6.11 แทนเครื่องสูบน้ำ INERTIA BLOCK

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแทนเครื่องสูบน้ำ (INERTIA BLOCK) ทำด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก ความหนาไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร ขนาดความกว้าง และความยาวตามความเหมาะสมแต่จะต้องไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตรโดยรอบตัวเครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ที่ติดตั้งอยู่บน BASE PLATE INERTIA BLOCK จะต้องมียุ้งน้ำหนักมากกว่าชุดเครื่องสูบน้ำ และมอเตอร์ไม่น้อยกว่า 1.5 เท่า

#### 6.12 แทนพื้นโครงสร้าง

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแทนพื้นโครงสร้างทำด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กความหนาไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร ขนาดความกว้าง และความยาวตามความเหมาะสมเพื่อใช้เป็นที่ติดตั้ง INERTIA BLOCK และอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบท่อน้ำและจัดให้มีร่องระบายน้ำรอบแทนเครื่อง

#### 6.13 ผนวมน้ำสำหรับเครื่องสูบน้ำเย็น

ตัวเรือนเครื่องสูบน้ำเย็นจะต้องมีผนวมน้ำ CLOSE CELL หนา 2" หุ้มอย่างมิดชิด เพื่อป้องกันน้ำกลั่นตัวบนเครื่องสูบน้ำเย็น

### 7. ท่อน้ำ (WATER PIPING) และอุปกรณ์ (ACCESSORIES)

#### 7.1 ทั่วไป (GENERAL)

- ก. ท่อน้ำและอุปกรณ์จะต้องมีคุณสมบัติได้ตามข้อกำหนดมาตรฐานของ ASTM, JIS, API และ ASA
- ข. การใช้ข้อต่อ (FITTINGS) สำหรับต่อเข้าอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบท่อน้ำสำหรับงานระบบท่อน้ำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต่ำกว่า 2 1/2" ให้ใช้แบบเกลียวและท่อน้ำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 1/2" และใหญ่กว่าให้ใช้หน้าแปลน หรือ GROOVE COUPLUNG เว้นแต่จะกำหนดให้เป็นอย่างอื่น หรือที่พิจารณาอนุมัติเทียบเท่า
- ค. ท่อน้ำและอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในการติดตั้งจะต้องเป็นของใหม่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อนและได้รับการทดสอบแรงดัน (PRESSURE TEST) ตามกรรมวิธีและขบวนการจากโรงงานผู้ผลิตแล้ว รั้วท่อเหล็กดำจะต้องไม่เป็นสนิมและจะต้องทาสีรองพื้น RED LEAD PRIMER ทันทีที่นำเข้าหน่วยงาน
- ง. กรรมวิธีการต่อท่อน้ำ และมาตรฐานของเครื่องมือและอุปกรณ์ในงานท่อน้ำ ให้เป็นไปตามมาตรฐานของอเมริกา เช่น ASME, ASTM, ASA และ SAE เป็นต้น

#### 7.2 วัสดุที่ใช้ทำท่อน้ำ (PIPING MATERIAL)

ตัวเรือนให้เป็นเหล็กหล่อหรือที่อนุมัติเทียบเท่า ออกแบบให้สามารถใช้งานในประเภทนี้ได้เป็นอย่างดี และใช้งานได้ 1.5 เท่าของความดันใช้งานและไม่น้อยกว่า 300 PSI W.O.G. สำหรับ และ CHP, 150 PSI

W.O.G สำหรับ CDP โดยต้องได้รับการทดสอบ และการรับประกันว่าสามารถทนความดันได้สูงไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความดันใช้งานที่กำหนด

- ก. ท่อน้ำเย็นและท่อน้ำหล่อเย็นที่อยู่ภายในอาคารให้เป็นท่อเหล็กดำ แบบมีตะเข็บ (SEAMED BLACK STEEL PIPE) ชนิด SCHEDULE 40 ตามมาตรฐานของ API-5L หรือ ASTM A-53 GRADE A สำหรับท่อขนาดตั้งแต่ 8” ลงมา หรือ GRADE B สำหรับท่อขนาดตั้งแต่ 10”-24” หรือ ตามมาตรฐาน AWWA C200 แบบ SPIRAL WELDED หนา 9.5 มม. สำหรับท่อขนาด 26” ขึ้นไป ในกรณีของท่อมีตะเข็บ กรรมวิธีการเชื่อมตะเข็บให้เป็นแบบ ELECTRIC RESISTANCE WELDING (ERW)

ท่อน้ำหล่อเย็น, ท่อผสมมูลฝอย, ท่อน้ำดื่ม, ท่อน้ำทิ้ง ให้เป็นท่อ PE PN10 ต่อด้วยวิธี THERMAL FUSION, STUB END สำหรับ HANGER & SUPPORT ให้เป็นระบบที่ใช้สังกะสีเหลว ทาที่ผิวนอก เพื่อการป้องกันสนิม และการกัดกร่อน

- การเตรียมพื้นผิวด้วยการพ่นทรายที่ระดับความหยาบ ตามที่ผู้ผลิตกำหนด
- การทำสังกะสีเหลวที่มีความหนา ตามที่ผู้ผลิตกำหนด
- การทาสี INTERMEDIATE PROTECTION และ TOP COAT ตามที่ผู้ผลิตกำหนด
- การรับประกัน : ไม่น้อยกว่า 5 ปี

- ข. ท่อน้ำดื่ม สำหรับระบบปรับอากาศให้เป็นท่อเหล็กอบสังกะสี (GALVANIZED STEEL PIPE) ตามมาตรฐานของ BS 1387/1967 GRADE MEDIUM
- ค. ท่อน้ำทิ้งของระบบปรับอากาศ ให้เป็นท่อ PVC GRADE 8.5 ตามมาตรฐาน มอก. 17-2523 ในกรณีที่ท่อน้ำทิ้งผ่านพื้น หรือผนังกันไฟ ให้ติดตั้ง PIPE COLLAR ที่มีวัสดุป้องกันไฟชนิดขยายตัว (INTUMESCENT) โดยมีอัตราการทนไฟเท่ากับผนังหรือพื้นที่ท่อเดินผ่าน

### 7.3 ข้อต่อต่างๆ (FITTINGS)

- ก. ข้อต่อแบบเชื่อม ให้เป็นชนิดที่ทนความดันได้ไม่น้อยกว่าท่อที่ใช้โดยให้มีมาตรฐานเป็นไปตาม ASA B-16.9 และ ASTM A-234 ให้ใช้ข้อต่อ (WELDED ELBOW) สำหรับการเปลี่ยนทิศทางของท่อ และให้ใช้ข้อต่อแบบมาตรฐาน (STANDARD FITTING) สำหรับการต่อท่อแยกจากท่อหลัก ยกเว้นจะมีระบุให้ใช้เป็นอย่างอื่นหรือที่วิศวกรอนุมัติแล้วเทียบเท่า
- ข. ข้อต่อแบบเกลียวให้เป็นแบบเหล็กเหนียวหล่อเกลียวที่ใช้ได้ตามมาตรฐาน NPT และเป็นชนิดที่ทนความดันได้แบบ STANDARD WEIGHT มาตรฐาน ASA B-16.4 และแบบ EXTRA HEAVY WEIGHT ในส่วนที่ระบุให้ใช้เป็นกรณีพิเศษ ส่วนของท่อที่เป็นเหล็กอบสังกะสี (GALVANIZED STEEL PIPE) ให้ใช้ข้อต่อเกลียวเป็นชนิดอบสังกะสี (GALVANIZED FITTING) ตามมาตรฐานของ BS 1387/1967 GRADE MEDIUM ให้ใช้กับท่อขนาดไม่เกิน 2”
- ค. ให้ใช้ข้อต่อลดแบบ ECCENTRIC REDUCER ในการลดขนาดของท่อสำหรับท่อในแนวนอน

ง. ข้อต่อสำหรับท่อขนาด 26” ขึ้นไปให้ใช้วัสดุท่อตัดเป็นชิ้นส่วนประกอบเป็นข้อต่อได้

#### 7.4 หน้าแปลน (FLANGES)

- ก. หน้าแปลนแบบเกลียว สำหรับท่อที่ต่อแบบเกลียวให้ใช้หน้าแปลนแบบเกลียวชนิดเหล็กหล่อ STANDARD WEIGHT ตามมาตรฐาน ASA B-16.1 และใช้ EXTRA HEAVY WEIGHT ตามมาตรฐาน ASA B-16b ในกรณีที่ระบุให้ใช้เป็นพิเศษ
- ข. หน้าแปลนแบบเชื่อม สำหรับท่อที่ต่อแบบเชื่อมให้ใช้หน้าแปลนแบบเชื่อมชนิด SLIP ON TYPE ตามมาตรฐาน ASA B-16.5, ASTM A-18 GRADE 1 สำหรับท่อขนาด 8” ลงมา สำหรับท่อขนาด ตั้งแต่ 10” ขึ้นไป ให้เป็นหน้าแปลนแบบเชื่อมชนิด FLAT FACE
- ค. หน้าแปลนจะต้องเป็นชนิดที่มีแรงดันใช้งาน ไม่น้อยกว่าในงานระบบท่อน้ำ
- ง. สลักเกลียว น็อต และแหวนรอง ที่ใช้กับหน้าแปลนของงาน ท่อภายในอาคารให้เป็น HIGH TENSILE STEEL มาตรฐานเกลียวเป็นมาตรฐาน ISO (THE INTERNATIONAL FOR STANDARD ORGANIZATION) มีหัวเป็นรูปหกเหลี่ยม ความยาวของสลักเกลียวให้ยาวพอเหมาะและเมื่อติดตั้งเสร็จแล้ว จะต้องมีเกลียวเหลือที่ปลายพอประมาณ สำหรับสลักเกลียว น็อต และแหวนรอง ที่ใช้กับ หน้าแปลนของงานท่อภายนอกอาคารให้เป็นแบบชุบ GALVANIZED
- จ. ปะเก็น (GASKET) ให้เป็น NEOPRENE RUBBER หรือ ASBESTOS COMPOSITION ตัดสำเร็จรูป จากโรงงาน และให้เป็นชิ้นเดียวเต็มตลอดหน้าแปลน ปะเก็นที่มีความหนา 1/8” ให้ใช้กับท่อที่มี เส้นผ่าศูนย์กลางถึง 12” ปะเก็นที่มีความหนา 3/16” ให้ใช้กับท่อที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 14” ถึง 24”

#### 7.5 ที่แขวนและรองรับท่อน้ำ (HANGER AND SUPPORT)

- ก. ให้ติดตั้งที่แขวนและรองรับท่อน้ำ โดยให้มีระยะห่างระหว่างที่แขวนและรองรับตามที่กำหนดไว้ใน แบบ แต่จะต้องไม่เกินกว่า 10 ฟุต
- ข. ต้องจัดให้ที่แขวนและรองรับนี้ อยู่ใกล้กับส่วนของอุปกรณ์ท่อน้ำ เช่น VALVE, STRAINER และอื่นๆ มากที่สุด หากจำเป็นให้เพิ่มที่แขวนรองรับได้
- ค. ต้องเผื่อระยะการปรับที่แขวนและรองรับนี้ไว้ประมาณ 2” ตามแนวดิ่ง
- ง. ในบางกรณี จำเป็นต้องจัดทำโครงสร้างเหล็กช่วย (TRANSFER HANGER) สำหรับการติดตั้งที่แขวน และรองรับ
- จ. ที่แขวนและรองรับของท่อน้ำในบริเวณห้องเครื่องทำน้ำเย็นและช่องท่อให้เป็นแบบ SPRING HANGER OR SPRING SUPPORT โดยจะต้องคำนวณเลือกขนาดของชุด SPRING มาให้วิศวกร อนุมัติก่อนดำเนินการ
- ฉ. ฉนวนหุ้มท่อน้ำที่แขวนและรองรับให้เป็น RIGID INSULATION ขนาดความกว้างตามมาตรฐาน ผู้ผลิต RIGID INSULATION ให้เป็นผลิตภัณฑ์จาก POLYMERIC RIGID FOAM โดยมีคุณสมบัติ ความเป็นฉนวนเหมือนฉนวนหุ้มท่อน้ำทุกประการ ความหนาตามขนาดความหนาของฉนวนงานหุ้ม

ท่อน้ำ 2 ชั้น ประกอบเข้าหากัน เพื่อเพิ่มพื้นที่สัมผัสและความแข็งแรง RIGID INSULATION จะต้องมีความสมบูรณ์ในการเป็นฉนวนที่ดี ไม่ทำให้เกิด CONDENSATION

ที่แขวนและรองรับ หรือบริเวณผิวของฉนวน และต้องทนต่อสภาพการกัดกร่อนได้ดี บริเวณระหว่าง RIGID INSULATION และที่แขวนและรองรับ ให้มี INSULATION SHIELD ทำจากแผ่นเหล็กอาบสังกะสี (GALVANIZED STEEL SHEET) เป็น ARC ไม่ต่ำกว่า 180 องศา ขนาดและความยาวของแผ่นเหล็กอาบสังกะสี ดังตารางข้างล่างนี้

ขนาดท่อน้ำ, นิ้ว	ความยาว, นิ้ว	INSULATION SHIELD	ความหนา
1/2" ถึง 3"	6	18 USSG	
4" ถึง 6"	12	16 USSG	
8" ขึ้นไป	12	14 USSG	

## 7.6 ถังน้ำขยายตัว (EXPANSION TANK)

ถังน้ำขยายตัวให้เป็นแบบ Closed type ดังนี้

- ถังน้ำขยายตัวให้เป็นแบบที่ผลิตสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิต โดยการสร้างถังให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASME Section VIII, Div.1.
- ถังน้ำขยายตัวจะต้องถูกเลือกที่ Rated Working Pressure ไม่น้อยกว่า 1.5 เท่า ของความดันใช้งานที่จะเกิดขึ้นจริง ทั้งนี้ต้องไม่น้อยกว่า 150 PSIG. (10 bar gauge)
- ถังน้ำขยายตัวจะต้องหุ้มด้วยฉนวนแบบ Closed Cell rubber foam หนา 1" (25 mm.) และหุ้มทับด้วย Aluminum sheet หนา 26 USSG (0.508 mm)
- ถังน้ำขยายตัวจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ไม่น้อยกว่า ดังต่อไปนี้ make up water pipe, drain line, automatic air vent, pressure gauge, air charging port, pressure relief valve, limit pressure control, 2 way motorized valve และ base plate
- ขนาดของถังน้ำขยายตัวจะต้องมีขนาดไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ในแบบ ทั้งนี้ให้ผู้รับ-จ้างแสดงรายละเอียดการคำนวณเลือกขนาดถังน้ำขยายตัวต่อวิศวกรผู้ควบคุมงาน หรือผู้ออกแบบพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการ

## 8. การติดตั้งท่อน้ำ (PIPING INSTALLATION)

### 8.1 ทั่วไป (GENERAL)

- การติดตั้งท่อน้ำจะต้องวางให้ขนานหรือได้ฉากไปตามกำแพงหรือผนังรูปสี่เหลี่ยมของอาคารและจะต้องอยู่ในแนวตรงเรียบร้อย แข็งแรง

- ข. ระยะห่างของที่แขวนและรองรับท่อน้ำให้เป็นไปตามที่ระบุในแบบ และข้อกำหนดนี้ ยกเว้นจะกำหนดให้เป็นอย่างอื่น
- ค. ท่อน้ำในแนวตั้งจะต้องยึดให้สามารถรับน้ำหนักของท่อน้ำและน้ำในท่อได้โดยไม่ก่อให้เกิดความเค้นกับท่อน้ำ, เครื่องสูบน้ำ, เครื่องทำน้ำเย็น และอุปกรณ์อื่นๆ
- ง. จุดรองรับของท่อน้ำในแนวตั้งจะต้องมีอย่างน้อย 1 จุดต่อชั้นของอาคารที่ท่อน้ำผ่านท่อน้ำในแนวนอนจะต้องวางให้มีความลาดเอียง เพื่อให้ให้น้ำในท่อไหลได้สะดวกและเพื่อการ DRAIN ได้ โดยให้มีความลาดเอียงไม่น้อยกว่า 1:500
- จ. การลดขนาดของท่อน้ำในแนวนอนให้ใช้ข้อต่อลดแบบ ECCENTRIC REDUCER เท่านั้น
- ฉ. ท่อน้ำและท่อน้ำที่หุ้มฉนวนที่วางคู่ขนานกันจะต้องจัดให้มีระยะห่างระหว่างผิวท่อหรือผิวท่อฉนวนไม่น้อยกว่า 6"
- ช. ท่อน้ำจะต้องใช้ให้ความยาวต่อเนื่องให้มากที่สุดและหลีกเลี่ยงรอยต่อให้มากที่สุด
- ฌ. ท่อน้ำที่หุ้มฉนวน จะต้องผ่านการทดสอบแรงดันที่รอยต่อให้เรียบร้อยก่อนการหุ้มฉนวน
- ฎ. การต่อท่อน้ำแยกจากท่อน้ำหลักให้ใช้ข้อต่อมาตรฐาน (STANDARD FITTING) เท่านั้น ยกเว้นบริเวณที่กำหนดให้เป็นอย่างอื่นห้ามใช้ MITER JOINT ในระบบท่อน้ำ
- ฏ. การต่อท่อน้ำเข้ากับอุปกรณ์ต่างๆ เช่น VALVE และอื่นๆ จะต้องจัดให้มีที่สามารถซ่อมแซมหรือเปลี่ยนตัวอุปกรณ์ต่างๆ ได้ โดยให้ใช้ UNION สำหรับท่อน้ำที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 2" และใช้หน้าแปลน (FLANGES) สำหรับท่อน้ำที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 1/2" และใหญ่กว่าในการต่อท่อน้ำเข้ากับอุปกรณ์ต่างๆ
- ฎ. ในการติดตั้งท่อน้ำจะต้องระมัดระวังไม่ให้เกิดการยึดตัวหรือหดตัวของระบบท่อน้ำไปทำความเสียหายให้กับสิ่งก่อสร้างหรืออุปกรณ์ต่างๆ ของระบบปรับอากาศ หากจำเป็นหรือหลีกเลี่ยงไม่ได้แล้วให้ใช้ข้อต่อแบบ FLEXIBLE ชนิด NEOPRENE RUBBER โดยจะต้องให้มีค่าการยึดตัว, การหดตัว และการเคลื่อนตัวหนีศูนย์กลาง (LATERAL MOVEMENT) เพียงพอ
- ฐ. การติดตั้งท่อน้ำจะต้องหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดความเสียหายโค้งงอ เนื่องจากการหดตัวของอาคาร, จุดรองรับ หากมีความจำเป็นให้ใช้ข้อต่อแบบ FLEXIBLE ได้
- ฑ. ท่อน้ำที่ผ่านกำแพง, พื้น, หลังคาหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของสิ่งก่อสร้าง จะต้องจัดเตรียมวางท่อกลม (SLEEVE) ทำด้วย GALVANIZED STEEL PIPE GRADE MEDIUM ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่าผิวท่อหรือผิวท่อที่หุ้มฉนวนไม่น้อยกว่า 2" SLEEVE ที่ฝังในงานคอนกรีตจะต้องจับยึดให้เรียบร้อยและแข็งแรง ก่อนการเทคอนกรีต SLEEVE ที่ผ่านกำแพง และมองเห็นได้จะต้องมีแผ่นประกบ (ESCUTCHEONS) ปิดหัวและท้ายทำด้วยแผ่นอลูมิเนียมมีปะเก็นรองกันรั่วจะต้องอุดกันรั่วซึมที่ SLEEVE ด้วย SILICONE สำหรับ SLEEVE ที่วางในบริเวณที่อาจเกิดการรั่วซึมของน้ำ และฝนได้

- สำหรับท่อที่ติดตั้ง SLEEVE ผ่านผนังกันไฟและพื้นของแต่ละชั้น ให้อุดช่องว่างระหว่าง SLEEVE กับท่อหรือฉนวนด้วยวัสดุทนไฟ
- ฅ. จะต้องมื TRAP สำหรับท่อที่ทังจากเครื่องส่งลมเย็น (AIR HANDLING UNIT) และเครื่องจ่ายลมเย็น (FAN COIL UNIT) ทุกเครื่อง ท่อน้ำทังจะต้องเอียงให้มากที่สุด เพื่อให้ท่อน้ำทังจากเครื่องไหลได้สะดวก โดยต้องไม่น้อยกว่า 1:100
  - ณ. จะต้องจัดเตรียม MANUAL AIR VENT ไว้เพื่อสำหรับไล่อากาศออกจากระบบท่อน้ำ ในขณะที่เติมน้ำเข้าระบบท่อน้ำ
  - ด. จะต้องจัดเตรียม PLUG TYPE DRAIN COCK แบบ GATE VALVE หรือ BALL VALVE ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1" ที่จุดต่ำสุดของท่อน้ำแนวตั้ง (RISER) ทังท่อน้ำ SUPPLY และ RETURN และที่เครื่องส่งลมเย็นแบบตั้งพื้นทุกตัว โดยต่อท่อน้ำจาก VALVE ไปยังจุดรับน้ำทังที่ใกล้ที่สุด หรือที่วิศวกรหรือผู้ควบคุมงานระบุ
  - ต. จะต้องทำการ FLUSH ล้างระบบท่อน้ำจนน้ำในท่อน้ำมีความสะอาดเพียงพอก่อนทำการปรับแต่งการทำงานของระบบ และห้าม FLUSH ล้างระบบท่อน้ำผ่าน เครื่องทำน้ำเย็น เครื่องส่งลมเย็น และเครื่องจ่ายลมเย็นโดยเด็ดขาด
  - ถ. ที่จุดสูงสุดของท่อน้ำแนวตั้ง ให้จัดเตรียม AUTOMATIC AIR VENT
  - ช. หากโครงสร้างของอาคารมีการแยกโครงสร้าง (EXPANSION JOINT) ให้จัดเตรียมข้อต่อแบบ FLEXIBLE โดยจะต้องให้มีค่าการยึดตัว, หดตัว และการเคลื่อนตัวหนีศูนย์กลางเพียงพอ

## 8.2 การต่อท่อน้ำเข้ากับอุปกรณ์

- ก. แบบใช้เกลียว (THREADED JOINT)
  - ให้ใช้ได้กับท่อน้ำและอุปกรณ์ ที่มีขนาดจนถึงเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว
  - เกลียวท่อให้เป็นไปตามมาตรฐานของ NATIONAL PIPE THREAD หรือมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.281
  - เกลียวท่อที่ทำเกลียวแล้ว จะต้องทำความสะอาดโดยรอบก่อนนำไปทำการติดตั้ง
  - การต่อท่อแบบเกลียวให้ใช้ TEFLON TAPE หรือ GRAPHITE COMPOUND พันรอบเกลียว และเมื่อติดตั้งเรียบร้อยแล้ว ควรให้มีเกลียวท่อเหลือไว้พอประมาณ
- ข. แบบใช้หน้าแปลน (FLANGED JOINT)
  - ให้ใช้ได้กับท่อน้ำและอุปกรณ์ทุกขนาด หรือท่อน้ำที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 1/2 นิ้ว และใหญ่กว่า
  - มาตรฐานของหน้าแปลนให้เป็นมาตรฐานเดียวกับอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้ง และให้ใช้หน้าแปลนแบบเชื่อม เว้นแต่ใช้กับท่อน้ำที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว และเล็กกว่า

- สลักเกลียวน็อต (BOLT & NUT) และแหวนรอง (WASHER) ที่ใช้กับหน้าแปลนให้เป็น HIGH TENSILE STEEL มาตรฐานเกลียวเป็นมาตรฐาน ISO
- การต่อท่อแบบใช้หน้าแปลน จะต้องให้แนวหน้าแปลนขนานกัน และหน้าสัมผัสเต็มหน้า โดยไม่คลาดเคลื่อน เมื่อติดตั้งเสร็จแล้ว สลักเกลียวจะต้องไม่บิดเอียง และควรมีเกลียวเหลือที่สลักเกลียวพอประมาณ

#### ค. แบบเชื่อม (WELDED JOINT)

- การเชื่อมท่อน้ำ ให้ใช้กรรมวิธี METAL ARC WELDING โดยเครื่องเชื่อมไฟฟ้าชนิดใช้กระแสสลับหรือกระแสตรงลวดเชื่อมไฟฟ้าให้มีขนาดและคุณสมบัติทางเทคนิคตามมาตรฐาน AMERICAN WELDING SOCIETY หรือเทียบเท่า ลวดเชื่อมไฟฟ้าที่ใช้งานให้เป็นแบบ LOW HYDROGEN HIGH STRENGTH CARBON STEEL เช่น E60XX หรือ E70XX เป็นต้น
  - ท่อน้ำก่อนการเชื่อมจะต้องวางแนวให้ขนานกัน และได้ระดับอย่างถูกต้อง ระยะห่างระหว่างปลายท่อที่เชื่อม และร่อง "V" BEVEL จะต้องได้มาตรฐาน และสอดคล้องกับขนาดของท่อที่จะเชื่อม นอกจากนี้ร่อง "V" จะต้องสะอาดและปราศจากไขมัน ให้ทำการ TACK WELDING ที่ท่อ ก่อนการเชื่อมแนว การเชื่อมจะต้องเลือกขนาดของลวดเชื่อม กระแสไฟฟ้าที่ใช้ และท่าที่ใช้ในการเชื่อมให้เหมาะสมกับงานเชื่อมและชิ้นงาน การเชื่อมจะต้องให้ BASE METAL และ WELD METAL ละลายประสานซึมลึกตลอดแนวเชื่อมอย่างสม่ำเสมอ รอยเชื่อมที่เรียบร้อยและสมบูรณ์จะต้องนูนตามแนวเชื่อมพอสมควร ในกรณีที่ต้องเชื่อมหลายๆ เที้ยว ในแนวเชื่อมเดียวกัน จะต้องเคาะ SLASH และสะเก็ดโลหะออกก่อนเชื่อมในเที้ยวต่อไป
  - ช่วงเชื่อมแนวจะต้องผ่านการทดสอบรอยเชื่อมในท่อต่างๆ จากวิศวกร และผู้ควบคุมงาน หรือจะต้องได้รับการรับรองจากสถาบันฝึกฝีมือแรงงาน
- ง. การต่อท่อ PVC การติดตั้งท่อ PVC จะต้องเป็นไปตามข้อแนะนำของบริษัทผู้ผลิต
- จ. การต่อท่อ HDPE การติดตั้งท่อ HDPE จะต้องเป็นไปตามข้อแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

### 8.3 การทดสอบ

- ก. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเครื่องสูบน้ำ มาตรฐาน (PRESSURE GAUGE) อุปกรณ์และแรงงาน ตลอดจนการดำเนินการทดสอบท่อน้ำทั้งหมดของระบบปรับอากาศและจะต้อง DRAIN น้ำทิ้งหลังจากการทดสอบแล้วเสร็จ
- ข. เว้นแต่จะกำหนดเป็นอย่างอื่น การทดสอบท่อน้ำจะต้องให้ความดัน (HYDROSTATIC) เท่ากับ 150% ของ OPERATING PRESSURE แต่ทุกๆ ส่วนของท่อน้ำจะต้องผ่านการทดสอบความดันไม่น้อยกว่า 150 PSIG. จะต้องให้ท่อน้ำได้รับความดันอยู่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง หรือยกเว้นจะ

ระบุเป็นอย่างอื่น ถ้ามีน้ำรั่วไหลจากระบบท่อน้ำในระหว่างทดสอบให้ถือว่าระบบท่อน้ำไม่ผ่านการทดสอบ ในกรณีนี้จะต้อง DRAIN น้ำและทำการแก้ไขแล้วทดสอบใหม่ ห้ามทำการแก้ไขรอยรั่ว หรืออื่นๆ ในระหว่างการทดสอบ

- ค. รอยต่อของท่อน้ำที่ยังไม่ผ่านการทดสอบแรงดัน ห้ามหุ้มฉนวน โดยเด็ดขาด
- ง. การทดสอบท่อ PVC ให้ทำการทดสอบโดยการกรอกน้ำให้สูงจากระดับท่อน้ำที่สูง 3 เมตรเว้นแต่ระบุเป็นอย่างอื่น
- จ. ท่อน้ำที่ผ่านการทดสอบแรงดัน มิใช่พันความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างจะยังคงต้องรับผิดชอบในการแก้ไขหรือซ่อมแซมหากตรวจพบที่ชำรุดหรือรอยรั่ว

## 9. วาล์ว และอุปกรณ์ (VALVE & ACCESSORIES)

### 9.1 ทั่วไป (GENERAL)

- ก. VALVE จะต้องเลือกชนิด และรุ่นให้เหมาะสมกับสภาพของการทำงาน
- ข. VALVE ที่เป็นแบบเดียวกันจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัทผู้ผลิตเดียวกัน
- ค. VALVE ที่มีขนาด 2" และต่ำกว่าให้ใช้เป็นแบบเกลียว (SCREW END) VALVE ที่มีขนาด 2 1/2" ขึ้นไป ให้ใช้เป็นหน้าแปลน (FLANGED END)
- ง. VALVE ที่ใช้ทั้งหมดให้ใช้งานที่ 1.5 เท่าของความดันใช้งาน แต่ต้องไม่น้อยกว่า 150 PSI.W.O.G. ยกเว้นอุปกรณ์ชุด CHILLED WATER SIDE ให้ใช้ 300 PSI.W.O.G.

### 9.2 GATE VALVE

VALVE ที่ไม่ได้ใช้ปรับอัตราการไหล และมีขนาด 1/2"-2" ให้ใช้เป็น GATE VALVE ตัว VALVE ทำด้วย BRONZE หรือ BRASS แบบหน้าแปลน SOLID WEDGE DISC ทำด้วย BRONZE หรือ BRASS SCREWED BONNET และ NON-RISING STEM

### 9.3 BALL VALVE

VALVE ที่ระบุให้ใช้เป็น BALL VALVE ตัว VALVE ทำด้วย BRONZE, BRASS หรือ STAINLESS STEEL BALL เป็น STAINLESS STEEL ตามมาตรฐาน ASTM A-276 หรือ BRASS HARD CHROMED, SEAT เป็น PTFE หรือที่อนุมัติเทียบเท่า

#### 7.3.1 BALANCING VALVE

VALVE ที่ท่อน้ำทางออกของเครื่องส่งลมเย็นและเครื่องจ่ายลมเย็นทุกเครื่องให้เป็น BALANCING VALVE เพื่อทำหน้าที่ปรับอัตราการไหลของน้ำ BALANCING VALVE ที่ใช้จะต้องสามารถ REGULATE, ISOLATE, DRAIN และ MEASURE ได้ในตัวเดียวตัว VALVE ขนาด 2" และเล็กกว่าทำด้วยโลหะผสมเป็น PTFE หรืออนุมัติเทียบเท่า ตัว VALVE ขนาด 2 1/2" ขึ้นไปทำด้วย CAST IRON SEAT เป็น PTFE หรืออนุมัติเทียบเท่า

### 9.4 BUTTERFLY VALVE



VALVE ขนาด 2 1/2" และใหญ่กว่า ให้เป็น BUTTERFLY VALVE ตัว VALVE ทำด้วย CAST IRON หรือ CARBON STEEL WAFER หรือ LUGGED TYPE. DISC เป็น ALUMINUM BRONZE STEM เป็น STAINLESS STEEL ขึ้นเดียว SEAT เป็น BUNA-N หรือ PTFE VALVE ขนาด 4" และใหญ่กว่าให้ใช้เป็น GEAR OPERATED TYPE

### 9.5 STRAINER

STRAINER ให้เป็น แบบ Y-PATTERN STRAINER ขนาด 2" และเล็กกว่าให้เป็นแบบเกลียว ตัวเปลือกเป็น BRONZE หรือ BRASS STRAINER ขนาด 2 1/2" และใหญ่กว่าให้เป็นแบบหน้าแปลน ตัวเปลือกเป็นเหล็กหล่อ SCREEN ให้เป็น BRONZE หรือ STAINLESS STEEL โดยมี PERFORATION ดังนี้

ขนาดของ STRAINER	PERFORATION
1/2"-2"	1/32"
2 1/2"-6"	1/16"
8"-12"	1/8"
12 นิ้วขึ้นไป	1/4"

STRAINER ขนาด 2 1/2" ขึ้นไป ให้ติดตั้ง GATE VALVE สำหรับ DRAIN น้ำจากตัว STRAINER ด้วย

### 9.6 FLEXIBLE CONNECTION

FLEXIBLE CONNECTION ให้เป็นชนิด NEOPRENE RUBBER เสริมใยให้เกิดความแข็งแรง FLEXIBLE CONNECTION จะต้องเลือกให้เหมาะสมกับสภาพของการทำงาน และต้องสามารถรับสภาพการเคลื่อนตัวที่เกิดขึ้นได้ทั้งทางแนว AXIAL และแนว ANGULAR สำหรับจุดที่มีการยึดตัวสูงจะต้องติดตั้ง CONTROL ROD เพื่อควบคุมการยึดตัวมิให้ RUBBER ฉีกขาด

### 9.7 LIFT CHECK VALVE

LIFT CHECK VALVE ให้เป็นแบบ SILENT WAFER หรือ GLOBE TYPE ติดตั้งตามที่ระบุไว้ในแบบท่อน้ำทางออกของเครื่องสูบน้ำทุกเครื่องและที่ที่เกิดเสียงดังหรือ WATER HAMMER ในระบบท่อน้ำ SEAT ให้เป็น CAST IRON หรือที่อนุมิติเทียบเท่า DISC ให้เป็น STAINLESS STEEL หรือที่อนุมิติเทียบเท่า SPRING ให้เป็น STAINLESS STEEL ตัว VALVE ให้เป็น CAST IRON หรือที่อนุมิติเทียบเท่า

### 9.8 GLOBE VALVE

GLOBE VALVE ขนาด 2" และเล็กกว่าตัว VALVE ให้เป็น BRONZE, UNION BONNET และเป็นแบบเกลียว GLOBE VALVE ขนาด 2 1/2" และใหญ่กว่าตัว VALVE ให้เป็น BRONZE หรือ CAST IRON เป็นแบบหน้าแปลน

### 9.9 AUTOMATIC AIR VENT

AUTOMATIC AIR VENT ให้ติดตั้งที่จุดสูงสุดของท่อน้ำแนวตั้ง (RISER) ทั้งท่อน้ำ SUPPLY และ RETURN ที่เครื่องส่งลมเย็น และ FAN COIL UNIT ทุกเครื่อง และท่อน้ำที่ติดตั้งในแนวนอนที่มีการหักขึ้นลง โดยจะต้อง

จัดเตรียม VALVE แบบ GATE VALVE หรือ BALL VALVE ขนาดเท่ากับท่อน้ำทางเข้าของ AUTOMATIC AIR VENT

AUTOMATIC AIR VENT ให้เป็นแบบ DIRECT ACTING FLOAT TYPE ขนาดต่อเข้ากับท่อน้ำเส้นผ่าศูนย์กลาง  $\frac{3}{4}$  นิ้ว หรือที่ระบุขนาดไว้ในแบบอุปกรณ์ VALVE & VALVE SEAT, LEVERAGE SYSTEM และ FLOAT ให้เป็นสแตนเลส CASING ให้เป็น CAST IRON ในกรณีติดตั้งที่ท่อ MAIN หรือ RISER และให้เป็น CAST IRON และเป็น FORGED STEEL หรือ BRASS กรณีติดตั้งที่ท่อแยก และที่เครื่องส่งลมเย็น กรณีที่ AIR VENT ติดตั้งในฝ้าเพดานให้ต่อท่อ DRAIN เพื่อนำน้ำที่ระบายออกไปทิ้งยังจุดรับน้ำทิ้งที่เหมาะสม

#### 9.10 THERMOMETER

THERMOMETER ให้เป็นแบบ BACK ANGLE GLASS TUBE TYPE ยาวประมาณ 9 นิ้ว ความแม่นยำ +1 องศา เป็นชนิดที่บอก SCALE ทั้งเซลเซียสและฟาเรนไฮต์ มีช่วงการอ่านเหมาะสมกับสภาพการใช้งาน THERMOMETER WELL ให้เป็น STAINLESS STEEL หรือที่อนุมัติเทียบเท่า THERMOMETER ให้ติดตั้งที่ท่อน้ำทางเข้า และออกของเครื่องทำน้ำเย็น และบริเวณที่ระบุให้ติดตั้ง

#### 9.11 PRESSURE GAUGE

PRESSURE GAUGE ให้เป็นแบบ BOURDON TYPE STAINLESS STEEL CASING ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4" ช่วงการอ่านประมาณ 150% ของความดันใช้งานและมีหน่วยการอ่านเป็น PSI ให้จัดเตรียม NEEDLE VALVE และ PRESSURE SNUBBER DAMPER ที่มีความดันใช้งานไม่น้อยกว่า ในระบบท่อน้ำที่ PRESSURE GAUGE ด้วย PRESSURE GAUGE ให้ติดตั้งที่ท่อน้ำทางเข้าและออกของเครื่องสูบน้ำ เครื่องทำน้ำเย็น และบริเวณที่ระบุไว้ให้ติดตั้ง

#### 9.12 DIFFERENTIAL PRESSURE CONTROL VALVE

DIFFERENTIAL PRESSURE CONTROL VALVE ใช้สำหรับควบคุมความดันของท่อน้ำเย็น SUPPLY ให้คงที่ตามต้องการ VALVE ให้เป็นชนิด HYDRAULICALLY OPERATED TYPE หรือที่วิศวกรอนุมัติเทียบเท่า ติดตั้งตามที่ระบุไว้ในแบบให้จัดเตรียม VALVE แบบ BUTTERFLY VALVE ที่ท่อน้ำทางเข้าและออกของตัว DIFFERENTIAL PRESSURE CONTROL VALVE พร้อมมาตรวัดความดัน ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบ และปรับแต่งความดันใช้งานตามสภาพการใช้งานให้วิศวกร หรือผู้ควบคุมงานตรวจอนุมัติ

#### 9.13 REMOTE THERMOMETER

REMOTE THERMOMETER ให้เป็นแบบ WELL TYPE หรือ THERMOCOUPLE แสดงผลเป็นตัวเลข DIGITAL ค่าการอ่านให้อยู่ในช่วงไม่น้อยกว่า  $0^{\circ}$ - $50^{\circ}$  C หรือ  $32^{\circ}$ - $120^{\circ}$  F หรือที่วิศวกรอนุมัติเทียบเท่า ความแม่นยำ +1% ติดตั้งใช้งานกลางแจ้งได้เป็นอย่างดี REMOTE THERMOMETER ให้แสดงผลไปที่ REMOTE CONTROL PANEL ของระบบปรับอากาศและระบายอากาศที่ห้องควบคุม และมีตัวแปลงเป็นสัญญาณ ANALOG 4-20 mA หรือ 0-5 VDC เพื่อเชื่อมต่อเข้ากับระบบควบคุมอัตโนมัติได้ และจะต้อง CALIBRATE ให้การอ่านอุณหภูมิใกล้เคียงกับเครื่องมือวัดอุณหภูมิทั่วไป และ THERMOMETER ที่ติดอยู่

## 9.14 FLOW SWITCH

FLOW SWITCH ให้ติดตั้งที่ท่อน้ำทางออกของเครื่องทำน้ำเย็น เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์โดยเลือกให้มีขนาดเหมาะสมกับขนาดท่อและความเร็วของน้ำในท่อ

## 9.15 FLOW METER

WATER FLOW METER ให้เป็นแบบ ELECTRO MAGNETIC วัดค่าได้ในช่วงอัตราการไหล 100-7,200 US.GPM ความแม่นยำ +1% สามารถอ่านค่าได้ที่ตำแหน่งอุปกรณ์ และมีชุด TRANSDUCER เป็นสัญญาณ ANALOG (4-20 mA หรือ 0-5 VDC) เพื่อไปเชื่อมต่อกับระบบ EMS ได้

## 10. ฉนวน

### 10.1 ทั่วไป (GENERAL)

- ก. รอยต่อของท่อน้ำที่ยังไม่ผ่านการทดสอบความดัน ห้ามหุ้มฉนวนโดยเด็ดขาด
- ข. ท่อน้ำก่อนการหุ้มฉนวนจะต้องสะอาดแห้งปราศจากคราบมัน
- ค. การหุ้มฉนวน จะต้องให้ความยาวต่อเนื่องให้มากที่สุดและต้องมีรอยต่อให้น้อยที่สุด รอยต่อของฉนวนทั้งหมดจะต้องทำด้วยกาวอย่างดีที่สุดตามที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำ และต้องมีแถบฉนวน (RUBBER SHEET FOAM) กว้างไม่น้อยกว่า 1" หนา 1/4" ปิดทับรอยต่อของฉนวน
- ง. วัสดุที่ใช้และวิธีการหุ้มฉนวนจะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของบริษัทผู้ผลิตฉนวน
- จ. ฉนวนจะต้องมีคุณสมบัติ ODOURLESS, NON-HYGROSCOPIC, NON-TOXIC, NON-COMBUSTIBLE, MOISTURE RESISTANCE, ELASTIC, ไม่ลามไฟและทนทานต่อสภาพอากาศได้ดี
- ฉ. ข้อต่อต่างๆ วาล์ว หน้าแปลน และอุปกรณ์อื่น ๆ ของระบบน้ำเย็น หรือที่ระบุไว้ให้หุ้มฉนวนมีคุณสมบัติ ความหนา และผลิตภัณฑ์เดียวกับที่ใช้หุ้มท่อน้ำ
- ช. ที่แขวนและรองรับท่อน้ำหุ้มฉนวน ให้ใช้ RIGID INSULATION และมี INSULATION SHIELD ด้วย
- ซ. ฉนวนหุ้มท่อน้ำ ที่ไม่ได้หุ้ม ALUMINIUM SHEET ที่มองเห็นชัดเจน เช่น ห้องเครื่อง ให้ทาสีที่ผิวฉนวนพร้อมสัญลักษณ์แสดงทิศทางการไหลของน้ำและชื่อด้วยสีชนิดที่บริษัทผู้ผลิตฉนวนแนะนำให้ใช้
- ฅ. การหุ้มฉนวนจะต้องให้ฉนวนแนบสนิทกับท่อน้ำ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต้องหุ้มฉนวน

### 10.2 ฉนวนแบบ CLOSED CELL FLEXIBLE RUBBER FOAM (สำหรับท่อขนาดเล็กกว่า 4")

- ก. ท่อน้ำเย็นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1" ให้ฉนวนเป็นแบบ PRE FORMED TUBE หนา 1 1/4"

- ข. ท่อน้ำเย็นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 1/2" - 3" ให้ฉนวนเป็นแบบ PRE FORMED TUBE หนา 1 1/2"
- ค. ท่อน้ำเย็นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4" - 6" ให้ฉนวนเป็นแบบ PRE- FORMED TUBE หนา 2"
- ง. ท่อน้ำเย็นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า 6" ให้ฉนวนเป็นแบบ FLEXIBLE RUBBER FOAM หนา 1" หุ้มทับกัน 2 ชั้น โดยให้รอยต่อตะเข็บอยู่เยื้องกัน 180 องศา
- จ. ท่อน้ำทิ้งของระบบปรับอากาศ ให้หุ้มด้วย PRE- FORMED TUBE หนา 1/2"

### 10.3 ฉนวนสำหรับเครื่องสูบน้ำเย็น

เครื่องสูบน้ำเย็นจะต้องมี FLEXIBLE RUBBER SHEET หนา 2" หุ้มอย่างมิดชิด เพื่อป้องกันน้ำกลั่นตัวบนเครื่อง

### 10.4 ฉนวนสำหรับท่อลม SUPPLY, RETURN AIR, FRESH AIR

ท่อลมที่อยู่ในพื้นที่ไม่ปรับอากาศ, ภายนอกอาคารให้กรุภายในด้วยยางดำ ELASTOMERIC CLOSED CELL INSULATION หรือฉนวนผลิตจากเส้นใยโพลีเอสเตอร์ โดยเป็นวัสดุไม่ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังเมื่อสัมผัสโดยตรง ความหนาแน่น 32 kg/m<sup>3</sup> (2 lb/ft<sup>3</sup>) ความหนา 25 มม. ปิดผิว 1 ด้าน ด้วยวัสดุปิดผิว Spunbond ที่มีคุณสมบัติการดูดซับเสียง ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM, BS, ISO การซึมผ่านของไอน้ำผ่านวัสดุปิดผิว ตาม มาตรฐาน ASTM F 1249-06 มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ต่ำไม่เกิน 0.0191 Btu/hr.ft.<sup>2</sup> ที่อุณหภูมิ 24°C ให้ขยายขนาดท่อลมให้มีขนาดภายในเท่ากับขนาดที่ระบุในแบบ และให้ทาสีภายนอกท่อลมแบบเดียวกับสีอาคาร

## 11. ระบบปรับสภาพน้ำ (WATER TREATMENT SYSTEM)

### 11.1 ทั่วไป

- ก. ให้ผู้รับจ้างจัดหาติดตั้งและทดสอบการใช้งาน ระบบปรับสภาพน้ำ เพื่อใช้งานกับระบบน้ำหล่อเย็นของระบบปรับอากาศ ระบบปรับสภาพน้ำต้องเป็นแบบไม่ใช้สารเคมี (NON CHEMICAL) และเป็นชุดสำเร็จรูปครบถ้วนจากบริษัทผู้ผลิต ทั้งนี้จะตรวจสอบสภาพน้ำก่อนปรับเพื่อนำมาเลือกระบบปรับสภาพน้ำและคำนวณคุณภาพของน้ำที่ได้จากระบบ อุปกรณ์ในระบบปรับสภาพน้ำต้องมี Capacity และจำนวนที่สามารถรองรับอัตราการน้ำเติมของระบบที่ 1.5% ของอัตราการไหลรวมทั้งหมดของน้ำหล่อเย็นที่ 3,000 GPM. (1,000 ตันความเย็น) ปริมาณน้ำหล่อเย็นรวมในระบบ, ขนาดและการกั้นแยกหอผึ่งน้ำ, การใช้งาน 12 ชั่วโมงต่อวัน
- ข. ระบบปรับสภาพน้ำหล่อเย็นจะต้องสามารถทำงานได้ดังนี้
  - ขจัดตะกอน แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO<sub>3</sub>) แมกนีเซียมคาร์บอเนต (Mg CO<sub>3</sub>) และอื่นๆ

- ป้องกัน การกัดกร่อน และควบคุมการเกิดตะไคร่น้ำ นอกจากนี้จะต้อง ควบคุม สิ่งเจือปน ในน้ำและ ความเข้มข้น (TOTAL DISSOLVE SOLID, TDS) ไม่เกิน 1,000 PPM หรือให้อยู่ในสถานะที่เหมาะสมกับการใช้งานของน้ำในระบบน้ำหล่อเย็น
- ป้องกันเชื้อลิจิโอเนลลา

ทั้งนี้ระบบปรับสภาพน้ำ จะต้องควบคุมระดับสูงสุดของสารละลายในขณะที่ระบบทำน้ำเย็นทำงานไม่เกินค่าดังต่อไปนี้

สภาพต่างทั้งหมด	500 mg/l วัดในเทอมของหินปูน
ความกระด้างทั้งหมด	1,200 mg/l วัดในเทอมของหินปูน
ซิลิกา	150 mg/l วัดในเทอมของซิลิกาไดออกไซด์

ที่อัตราการ Bleed off ไม่เกิน 0.3% ของอัตราการไหลของน้ำหมุนเวียนที่ 3,000 GPM (1,000 ต้นความเย็น) หรืออัตราการไหลของน้ำหมุนเวียนที่ใช้งานจริง ทั้งนี้อัตราการ BLEED OFF ให้นำรวมปริมาณสูญเสียที่ระบบ AUTOMATIC TUBE CLEANING ที่ CONDENSER ของเครื่องทำน้ำเย็นด้วย โดยให้แสดงรายการคำนวณข้อมูลทางเทคนิคอย่างละเอียดประกอบการพิจารณาอนุมัติกับผู้ควบคุมงานผู้ออกแบบ และเจ้าของโครงการ

ค. ในส่วนของระบบน้ำเย็นให้ผู้รับจ้างจัดหาติดตั้ง และทดสอบการใช้งานระบบ BY-PASS CHEMICAL FEEDER ที่ระบบน้ำเย็น เพื่อขจัดการกัดกร่อนของน้ำในระบบน้ำเย็นกับท่อและอุปกรณ์ ระบบน้ำเติมของน้ำเย็นให้เข้าถึงน้ำขยายตัว สำหรับน้ำเย็นให้คำนวณจากปริมาณน้ำเย็นในระบบ

#### 11.2 ระบบปรับสภาพน้ำหล่อเย็น ให้ประกอบด้วยอุปกรณ์ไม่น้อยกว่า ดังต่อไปนี้

- ก. ELECTROMAGNETIC DESCALERS
- ข. ELECTROMAGNETIC MAGNETITE GENERATORS
- ค. COPPER-SILVER IONIZATION UNITS
- ง. ระบบหมุนเวียนน้ำหล่อเย็นของ ก.-ค. (ถ้ามี) โดยจัดให้มี SUBMERSIBLE PUMPS และระบบท่อ โดยมีจำนวนที่เหมาะสมกับขนาด และการกันแยกของ COOLING TOWERS
- จ. AUTOMATIC BLEED OFF
- ฉ. CONDUCTIVITY SENSOR & METER
- ช. PH CONTROLLER
- ซ. แผงไฟฟ้าควบคุม
- ฅ. VALVE, อุปกรณ์ประกอบระบบท่อน้ำและอื่น ๆ ตามมาตรฐาน

- 11.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ที่ต้องเปลี่ยนทดแทนสำหรับระบบน้ำหล่อเย็น หรือ สารเคมีสำหรับระบบปรับสภาพน้ำเย็น สำรองให้ผู้ว่าจ้างเป็นเวลา 2 ปี ภายหลังจากระบบปรับสภาพน้ำใช้งานได้ดีและผ่านการตรวจรับมอบงานแล้ว
- 11.4 ผู้รับจ้างจะต้องนำตัวอย่างน้ำหล่อเย็นที่ผ่านการบำบัดด้วยระบบบำบัดน้ำหล่อเย็นไปทดสอบคุณภาพและเทียบกับค่ามาตรฐานของระบบน้ำหล่อเย็นหลังจากที่ระบบบำบัดน้ำหล่อเย็นเริ่มใช้งาน โดยจะต้องส่งผลการวิเคราะห์น้ำทุก 1 เดือน เป็นเวลา 2 ปี นับจากวันส่งมอบงาน หน่วยงานวิเคราะห์น้ำให้เป็นหน่วยงานราชการ เช่น กรมวิทยาศาสตร์บริการหรือหน่วยงานเอกชนที่อนุมัติเทียบเท่า
- 11.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ทดสอบคุณภาพน้ำภาคสนาม จำนวน 1 ชุด โดยสามารถตรวจสอบคุณภาพได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดดังนี้ CHLORIDE, HARDNESS, P-H, P AND M ALKALINITY

## 12. การทาสี

12.1 สีต่างๆ ที่นำมาใช้จะต้องเป็นสีที่มีคุณภาพดี และได้รับอนุมัติก่อนจะนำมาทาตารางเวลาที่เหมาะสม สำหรับการทาสีให้ได้ผลดีนั้น จะต้องปล่อยให้สีชั้นแรกแห้งสนิท และแข็งตัวก่อน จึงจะลงมือทาสีชั้นที่สองอีกครั้งหนึ่ง กรรมวิธีการทาสีเป็นดังนี้

รายการ	การเตรียมผิว	การรองพื้น	สีสำเร็จ
ท่อเหล็กดำรวมที่แขวนที่รองรับวาล์ว (ภายในอาคาร)	Near White metal Brushing	รองพื้นด้วยสีรองพื้น ชนิด Red lead Primer หนาไม่น้อยกว่า 35-40 ไมครอนต่อชั้น จำนวน 2 ชั้น	ทาด้วยสี Alkyd Enamel หนาไม่น้อยกว่า 30-35 ไมครอนต่อชั้น จำนวน 2 ชั้น
ท่อเหล็กดำรวมที่แขวนที่รองรับวาล์ว (ภายนอกอาคารและบริเวณที่มีความชื้นสูง)	Near White metal Brushing	รองพื้นด้วยสีรองพื้น ชนิด Epoxy Anticorrosive Primer หนาไม่น้อยกว่า 35-40 ไมครอนต่อชั้น จำนวน 2 ชั้น	ทาด้วยสี Polyurethane ชนิด 2-pack หนาไม่น้อยกว่า 30-35 ไมครอนต่อชั้น จำนวน 2 ชั้น
ท่อเหล็กชุบสังกะสีรวมที่แขวน, ที่รองรับวาล์ว (ภายในอาคาร)	Near White metal Brushing	รองพื้นด้วยสีรองพื้น ชนิด Wash Primer หนาไม่น้อยกว่า 10 ไมครอน จำนวน 1 ชั้น และทาทับด้วยสีรองพื้น ชนิด Zinc Chromate Primer หนาไม่น้อยกว่า 35-40 ไมครอนต่อชั้น จำนวน 1 ชั้น	ทาด้วยสี Alkyd หนาไม่น้อยกว่า 125 ไมครอนต่อชั้น จำนวน 2 ชั้น

รายการ	การเตรียมผิว	การรองพื้น	สีสำเร็จ
ท่อเหล็กชุบสังกะสีรวมที่แขวน, ที่รองรับวาล์ว (ภายนอกอาคารและบริเวณที่มีความชื้นสูง)	Near White metal Brushing	รองพื้นด้วยสีรองพื้น ชนิด Wash Primer หนาไม่น้อยกว่า 10 ไมครอนต่อชั้น จำนวน 1 ชั้นและทาทับด้วยสีรองพื้นชนิด Epoxy Anticorrosive Primer หนาไม่น้อยกว่า 55 ไมครอนต่อชั้น จำนวน 1 ชั้น	ทาด้วยสี Polyurethane ชนิด 2-pack หนาไม่น้อยกว่า 30-35 ไมครอนต่อชั้น จำนวน 2 ชั้น
ท่อพลาสติกทุกประเภท	ใช้น้ำและผงซักฟอกทำความสะอาดแล้วเร่งแห้งด้วยลม	รองพื้นด้วยสีรองพื้นชนิด Wash Primer หนาไม่น้อยกว่า 10 ไมครอนต่อชั้น จำนวน 1 ชั้น	ทาด้วยสี Chlorinated Rubber หนาไม่น้อยกว่า 45 ไมครอนต่อชั้น จำนวน 2 ชั้น
ท่อเหล็กทุกประเภทรวมที่แขวน, ที่รองรับวาล์ว (ฝังใต้ดิน)	Near White metal Brushing	รองพื้นด้วยสี Coal Tar Epoxy หนาไม่น้อยกว่า 30 ไมครอนต่อชั้น จำนวน 1 ชั้น	ทาด้วยสี Coal Tar Epoxy หนาไม่น้อยกว่า 80 ไมครอนต่อชั้น จำนวน 1 ชั้น

12.2 ท่อน้ำเย็น เมื่อทาสีรองพื้น ติดตั้งท่อและหุ้มฉนวนเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ส่วนของ ท่อที่ติดตั้งภายในห้องเครื่องทำน้ำเย็น ห้องเครื่องส่งลมเย็น และบริเวณที่มองเห็นได้โดยไม่มีการตกแต่งปิดบัง ให้ทาสีที่ฉนวนด้วยสีที่บริษัทผู้ผลิตฉนวนแนะนำ

12.3 ให้แสดงเครื่องหมายที่ท่อน้ำ ดังต่อไปนี้

- ก. ท่อน้ำเย็นจ่าย ให้ใช้อักษร CHS สีเหลือง พร้อมลูกศร
- ข. ท่อน้ำเย็นกลับ ให้ใช้อักษร CHR สีขาว พร้อมลูกศร
- ค. ท่อน้ำหล่อเย็นไปหอผึ่งน้ำ ให้ใช้อักษร CDR สีแดง พร้อมลูกศร
- ง. ท่อน้ำหล่อเย็นกลับจากหอผึ่งน้ำ ให้ใช้อักษร CDS สีส้ม พร้อมลูกศร
- จ. ท่อน้ำทิ้ง ให้ใช้อักษร D สีน้ำตาล พร้อมลูกศร
- ฉ. ท่อน้ำเติมที่หอผึ่งน้ำ ให้ใช้อักษร MWP สีเขียว พร้อมลูกศร
- ช. ท่อน้ำสมดุลย์ ให้ใช้อักษร EQ สีเทา



เครื่องหมายบนท่อน้ำให้เป็นแผ่นสติ๊กเกอร์ใสกว้างประมาณ 7-9 เซนติเมตร ยาวประมาณ 10-15 เซนติเมตร ตัวอักษรภาษาอังกฤษ ขนาดประมาณ 5 เซนติเมตร การติดเครื่องหมายให้มีจำนวนตามความเหมาะสม และให้ติดกับระบบท่อน้ำทั้งที่มองเห็นได้และที่ปิดบัง

12.4 สีทาท่อ หากไม่ได้ระบุให้เป็นอย่างอื่น ให้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ก. ท่อน้ำเย็นจ่าย ให้ใช้ สีฟ้า
- ข. ท่อน้ำเย็นกลับ ให้ใช้ สีน้ำเงิน
- ค. ท่อน้ำหล่อเย็นไปหอผึ่งน้ำ ให้ใช้ สีเทาอ่อน
- ง. ท่อน้ำหล่อเย็นจากหอผึ่งน้ำ ให้ใช้ สีเทาเข้ม
- จ. ท่อน้ำสมดุลย์ ให้ใช้ สีขาว

ระบบท่อน้ำทิ้ง และระบบท่อน้ำเติม ไม่ต้องทาสี

12.5 ท่อน้ำที่เป็นเหล็ก รวมถึงที่แขวนและรองรับท่อต่างๆที่เป็นเหล็กบริเวณพื้นที่ตั้ง COOLING TOWER ให้ทาดำด้วยระบบสีชนิดสังกะสีเหลว (ZINC COATING SYSTEM) ทั้งนี้ผู้รับจ้างต้องแสดงรายละเอียดการทาดำอย่างละเอียดให้พิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการท่อ หากไม่ได้ระบุให้เป็นอย่างอื่น ให้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- การเตรียมพื้นผิวงาน ความสะอาด, ความหยาบของพื้นผิว
- กรรมวิธีการทา, พ่น, หรือชุบตามที่ผู้ผลิตแนะนำ
- จำนวนเที่ยวของชั้นต่างๆ, TOP COATING
- สภาพแวดล้อมในการดำเนินการเป็นต้น

## 13. ท่อลม

### 13.1 ทั่วไป (GENERAL)

- ก. ท่อลมจะต้องทำด้วยแผ่นเหล็กอบสังกะสี ความหนาของแผ่นเหล็กที่ใช้จะต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบ วิธีการประกอบงานท่อลม และอุปกรณ์ต่างๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐานของ ASHRAE และ SMACNA โดยสามารถประกอบสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิต หรือพับประกอบขึ้นรูปที่หน่วยงานก่อสร้าง ให้ผู้รับจ้างเสนอวิธีการจัดทำตัวอย่างงานและ SHOP DRAWING ให้วิศวกรพิจารณาอนุมัติก่อนการเริ่มดำเนินการ ยกเว้นที่ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ท่อลมอาจตัดและพับที่หน่วยงานก่อสร้าง ให้ผู้รับจ้างจัดทำข้อกำหนดความหนาของแผ่น รายละเอียดการประกอบและการขึ้นรูปพร้อมทั้งส่งตัวอย่างต่างๆ ให้วิศวกรพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการ
- ข. แบบงานท่อลม มิได้จัดแสดงแนวหลบหลีกกับงานก่อสร้างอื่นๆ ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ SHOP DRAWING งานติดตั้งจริงและแสดงแนวหลบหลีก โดยให้เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

- ค. ขนาดที่กำหนดในแบบงานท่อลมจะบอกขนาดของท่อลมในแนวนอนเป็นตัวแรกแล้วจึงเป็นขนาดท่อลมในแนวตั้ง
- ง. ที่ท่อลมทางเข้าและออกของเครื่องส่งลมเย็น, FAN COIL UNIT และพัดลมจะต้องมี FLEXIBLE CONNECTION ตามรายละเอียดในแบบ
- จ. ที่ท่อลมแยกจากท่อลมหลักทุกจุดจะต้องมี SPLITTER DAMPER เพื่อให้สามารถปรับปริมาณลมในงานท่อลมได้ ตามรายละเอียดในแบบ
- ฉ. สำหรับท่อลมกลับเข้าห้องเครื่องส่งลมเย็นให้ติดตั้ง VOLUME DAMPER ที่ห้องเครื่องส่งลมเย็นด้วย
- ช. ปะเก็นหน้าแปลนท่อลมให้ใช้ปะเก็นเป็นแบบ CLOSE CELL FOAM
- ซ. รอยต่อตะเข็บของท่อลมทั้งหมดให้อุดรอยรั่วตลอดแนวด้วย SILICONE SEALANT แบบ NONTOXIC AND NONFLAMABLE SEALANT แล้วทิ้งให้แห้ง ก่อนที่จะทาท่อลมทั้งหมดให้ทั่วด้วย ACRYLIC DUCT SEALANT แบบ WATER BASE จากนั้นจึงนำฉนวนใยแก้วมาหุ้มท่อลม
- ณ. อุปกรณ์ที่ใช้ในงานท่อลมจะต้องเป็นชนิดไม่ติดไฟหรือลามไฟ และในกรณีที่ท่อลมจะต้องผ่านผนังกันไฟ ให้ติดตั้ง FIRE DAMPER เพื่อป้องกันการลามไฟ โดยอัตราการทนไฟไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง หรือตามที่กฎกระทรวงกำหนดไว้
- ญ. ท่อลมที่ผ่านแนวของผนัง จะต้องเตรียมช่องไว้โดยใช้กรอบวงกบเหล็ก โดยขนาดที่ใช้ไม่เล็กกว่า 4"x2" และขนาดกรอบวงกบจะต้องไม่เล็กขนาดท่อลมที่หุ้มฉนวนแล้วและอุดช่องด้วยวัสดุทนไฟทั้งสองด้านสำหรับท่อลมที่ผ่านผนังทนไฟ
- ฎ. ท่อลมที่อยู่ในช่องเปิด ในส่วนที่ผ่านพื้นของทุกๆ ชั้น ให้ปิดช่องว่างด้วย FIRE STOP และ FIRE BARRIER ชนิดทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง ยกเว้นในกรณีที่ท่อลมมีการป้องกันช่องท่อด้วยวัสดุทนไฟ

### 13.2 FLEXIBLE AIR DUCT

- ก. ที่ท่อลมแยกไปต่อเข้าหน้าอากาศลมเย็นทุกชุด ให้เป็น FLEXIBLE AIR DUCT ยาวไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร และไม่มากกว่า 4 เมตรเพื่อความสะดวกในการโยกย้ายหน้าอากาศลมเย็นในภายหลัง การต่อ FLEXIBLE AIR DUCT เข้าที่หน้าอากาศลมเย็น ให้จัดทำ TRANSFER BOX ทำด้วยเหล็กอาบสังกะสี ความหนา #22 ความกว้างและความยาวให้เหมาะสมกับคอของหน้าอากาศลมเย็น โดยสามารถเชื่อมเข้ากับ FLEXIBLE ROUND DUCT ได้ความสูงประมาณ 30 ซม. หุ้มภายนอกด้วยฉนวนกันความร้อนแบบเดียวกับงานท่อลม
- ข. FLEXIBLE ROUND AIR DUCT ให้เป็น SPIRAL WIRE REINFORCED ALUMINIUM AIR DUCT ชนิด DOUBLE PLY แบบไม่ติดไฟ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตามที่ระบุไว้ในแบบหุ้มฉนวนกันความร้อนแบบเดียวกับงานท่อลม อัดแน่นติดกับท่อลมด้วยเข็มขัดรัดท่อเพื่อป้องกันลมรั่ว การหุ้มฉนวนให้หุ้มสำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิต

### 13.3 ฉนวนหุ้มท่อลม

- ก. ท่อลม SUPPLY และ RETURN จะต้องหุ้มด้วยฉนวนกันความร้อน และฉนวนที่หุ้มจะต้องไม่วัตต์ตัดพอดีหรือขาด ทั้งนี้ เพื่อมิให้ฉนวนตึงจนเกินไป
- ข. ฉนวนหุ้มท่อลม ให้เป็น FIBRE GLASS ความหนาแน่น 1.5 lb/cu.ft. หนา 1 นิ้ว พร้อมทั้ง VAPOR BARRIER ทำด้วย REINFORCED ALUMINUM FOIL หุ้มอยู่ภายนอกโดยรอบ ALUMINUM FOIL จะต้องเป็นชนิด FIRE RETARDANT TYPE (FOIL-SCRIM-FOIL-FACING) และจะต้องไม่ฉีกขาดเป็นรอยหลังการติดตั้ง
- ค. ให้ใช้ SILICONE SEALANT อุดตามแนวตะเข็บของท่อลมทั้งหมด แล้วทิ้งไว้ให้แห้งทาท่อลมทั้งหมดด้วย ACRYLIC DUCT SEALANT แบบ WATER BASE ให้ทั่วท่อลม แล้วจึงนำแผ่นฉนวนหุ้มท่อลมหุ้มลงบนท่อลม
- ง. ให้ปิดทับรอยต่อฉนวนหุ้มท่อลมด้วย ACRYLIC ALUMINIUM TAPE กว้างไม่น้อยกว่า 2" ก่อนปิด TAPE ฉนวนจะต้องสะอาด, แห้งและไม่มีไขมัน
- จ. ฉนวนหุ้มท่อลมให้มีการยึดเสริมป้องกันการ SAGGING และติดแนบกับท่อลมโดยรอบด้วย MECHANICAL FASTENER ซึ่งประกอบด้วย PIN และ LOCKING WASHER ยึดติดกับท่อลมด้วย SYNTHETIC ELASTOMER ADHESIVE ชนิด FIRE RESISTANT TYPE ระยะห่างระหว่าง PIN ต่อ PIN จะต้องไม่มากกว่า 12" หรือปฏิบัติตามที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำ
- ฉ. ให้รัดฉนวนหุ้มท่อลมโดยรอบ ด้วย ALUMINIUM SHEET ความกว้าง 3/4"-1" ทุกระยะ 1 เมตร หรือรัดที่ระยะกึ่งกลางท่อลมกรณีที่เป็นการต่อท่อลมแบบ TDC-1 ทั้งหมด

### 13.4 ท่อลมสำหรับระบบระบายอากาศ

ท่อลมสำหรับระบบระบายอากาศให้เป็นแผ่นเหล็กอาบสังกะสี ความหนาของแผ่นเหล็ก วิธีการประกอบและอุปกรณ์ต่างๆ ให้เป็นแบบเดียวกับงานท่อลม SUPPLY และ RETURN โดยไม่ต้องหุ้มฉนวนกันความร้อน และ FLEXIBLE ROUND AIR DUCT ให้เป็น SPIRAL WIRE REINFORCED ALUMINUM AIR DUCT โดยไม่ต้องหุ้มฉนวน และที่ปลายหรือทางออกของท่อลมให้ใส่ตะแกรงกันแมลง

### 13.5 ท่อลมสำหรับเติมอากาศสำหรับ Hood ครัว (MAKE UP AIR DUCT)

- ก. ให้เป็นแผ่นเหล็กอาบสังกะสีวิธีการประกอบและอุปกรณ์ต่างๆ ให้เป็นแบบเดียวกับงานท่อลม SUPPLY และ RETURN แต่ให้เพิ่มความหนามากขึ้น 1 STEP โดยไม่ต้องหุ้มฉนวนกันความร้อน และที่ปลายหรือทางออกของท่อลมให้ใส่ตะแกรงกันแมลง สำหรับที่ท่อทางดูดเข้าพัดลมให้ติดตั้ง CLEANABLE ALUMINUM FILTER หนา 2" โดยมีพื้นที่หน้าตัดเพียงพอให้ความเร็วลมที่ไหล ผ่านไม่เกิน 500 ฟุตต่ออนาทีและต้องมีขนาดและตำแหน่งที่ติดตั้งที่สามารถซ่อมบำรุงได้สะดวก
- ข. ให้แสดงเครื่องหมายที่ท่อเติมอากาศครัว (MAKE UP AIR DUCT) พร้อมลูกศร และตัวอักษร KFAD สีฟ้า

### 13.6 ท่อลมระบายอากาศครัว (KITCHEN AIR DUCT)

- ก. ท่อดูดควันจากครัว ให้เป็น Black steel sheet ความหนาไม่ต่ำกว่า 2.0 มิลลิเมตรทาสีรองพื้นด้วยสีรองพื้นแบบ Zinc chromate ทั้งหมด
- ข. การต่อท่อดูดควัน ให้ใช้การต่อด้วยการเชื่อมไฟฟ้า (Electric Welded) ลวดเชื่อมไฟฟ้าให้เป็นขนาด 3.2 มิลลิเมตร หรือเล็กกว่าแบบ E-72xx หรือที่พิจารณาเทียบเท่า รอยต่อเชื่อมชนของท่อดูดควัน จะต้องสนิทไม่เกิดการรั่วซึม และทาสีรอยต่อเชื่อมชนด้วยสีรองพื้นแบบ Zinc chromate
- ค. การติดตั้งท่อดูดควันในแนวนอน จะต้องจัดให้ท่อดูดควันลาดเอียงเข้าหา HOOD หรือมีฉนวนนั้น จะต้องจัดเตรียม Access door ที่จุดต่ำสุดเพื่อความสะดวกในการซ่อมบำรุงรักษา
- ง. การติดตั้งท่อดูดควันในแนวตั้ง ให้จัดเตรียม Access door ไว้ที่จุดต่ำสุด เพื่อความสะดวกในการซ่อมบำรุงรักษา
- จ. ท่อดูดควันที่ติดตั้งในแนวนอน จะต้องจัดให้มี Access door ทุกๆ 4 เมตร หรือตามระยะที่พิจารณาเทียบเท่า และติดตั้งให้ลาดเอียงไปยังจุดที่สามารถ DRAIN น้ำมันที่ค้างอยู่ในท่อได้ พร้อมกับติดตั้ง OIL BASIN พร้อม BALL VALVE ขนาด DIA. 1”
- ฉ. Flexible collar ระหว่างท่อดูดควันและพัดลม ให้เป็นผ้าใบชนิดทนไฟ หรือวัสดุสังเคราะห์อื่นๆ ที่ทนไฟ การต่อให้เป็นแบบหน้าแปลนพร้อมปะเก็น ชนิดทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 250<sup>o</sup>F ,ไม่ดูดซับน้ำมัน และ Non Asbestos
- ช. ที่ปลายท่อดูดควัน ก่อนจะพ่นควันออกสู่นอกอาคาร ให้จัดเตรียม Wire mech Protection ขนาดตาราง 1” x 1” ใช้ลวดขนาด 1/16” ทำด้วย สแตนเลสยึดติดกับปลายท่อดูดควันด้วย Bolt and nut หรือที่พิจารณาเห็นเหมาะสม
- ซ. ท่อลมครัวที่อยู่ภายในอาคารให้หุ้มด้วยฉนวนใยแก้ว HiTemp “ตราช้าง”หรือเทียบเท่า ความหนาแน่น 38 kg/m<sup>3</sup> หนา 2” โดยติดตั้งตามข้อแนะนำของผู้ผลิต
- ณ. ให้แสดงเครื่องหมายที่ท่อระบายอากาศครัว พร้อมลูกศร และตัวอักษร KEAD สีแดง

### 13.7 SMOKE EXHAUST DUCT

- ก. ท่อดูดควัน ให้เป็น Black steel sheet ความหนาตาม DW144 และ BS476 part 24 DUCT TYPE B TESTED 120 min STABILITY, INTEGRITY, INSULATION และทาสีขาว ในบริเวณที่สามารถมองเห็นได้
- ข. Flexible collar ระหว่างท่อดูดควันและพัดลม ให้เป็นผ้าใบชนิดทนไฟ หรือวัสดุสังเคราะห์อื่นๆ ที่ทนไฟ การต่อให้เป็นแบบหน้าแปลนพร้อมปะเก็น ชนิดทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 200<sup>o</sup>F
- ค. หุ้มท่อฉนวนท่อลมด้วย MINERAL WOOL HIGH DENSITY 50 mm มาตรฐาน BS476 part 24 DUCT TYPE B TESTED

### 13.8 SMOKE EXHAUST DUCT

AIR PLENUM BOX ให้เป็นแผ่นเหล็กอาบสังกะสี ขนาดความกว้าง ความยาว และความสูงให้เป็นไปตามที่กำหนดในแบบ หรือตามความเหมาะสม ความหนาของแผ่นเหล็กอาบสังกะสี ไม่น้อยกว่า #18 หรือ ให้เป็นไปตามที่กำหนดในแบบ ภายใน AIR PLENUM BOX ให้บุด้วยฉนวน ELASTROMERIC CLOSED CELL หนา 3/4" การติดตั้งให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในงานหุ้มฉนวนท่อน้ำ

### 13.9 หน้ากากลม (DIFFUSER, SLOT DIFFUSER, REGISTER และ GRILLE)

- ก. หน้ากากลม DIFFUSER, SLOT DIFFUSER, REGISTER และ GRILLE ทั้งหมดให้เป็นแบบ ANODIZED EXTRUDED ALUMINUM ขนาดตำแหน่งเป็นไปตามที่กำหนดในแบบขนาดที่กำหนดของหน้ากากลมเป็นขนาด NECK SIZE ยกเว้นจะมีระบุให้ใช้เป็นอย่างอื่น
- ข. SUPPLY AIR DIFFUSER ให้เป็นแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้าตามแต่จะกำหนดในแบบ และต้องจัดให้มี OPPOSED BLADES VOLUME DAMPER ทำด้วย EXTRUDED ALUMINUM
- ค. SLOT DIFFUSER ให้มีขนาดรู SLOT ไม่น้อยกว่า 3/4 นิ้ว และให้มีจำนวน SLOT เป็นไปตามที่กำหนดในแบบ มีแผ่นปรับลมตลอดแนว SLOT ทำด้วย EXTRUDED ALUMINUM แผ่นปรับให้เป็นแบบ SINGLE LEAF หรือ DOUBLE LEAF DAMPER
- ง. REGISTER เป็นแบบ 4 WAY ADJUSTABLE DOUBLE DEFLECTION TYPE จัดเป็น 2 แถว ตามแนวนอน และแนวตั้ง ปรับได้อย่างอิสระให้มี OPPOSED BLADES VOLUME DAMPER ทำด้วย EXTRUDED ALUMINUM
- จ. EXHAUST AIR GRILLE ให้เป็นแบบ ONE WAY DEFLECTION TYPE ทำมุมเอียงประมาณ 45 องศา และคลุมทับด้วย INSECT SCREEN ตรงทางออก
- ฉ. FRESH AIR GRILLE ให้เป็นชนิด ONE DEFLECTION TYPE ทำมุมเอียงประมาณ 45 องศา ทำด้วย EXTRUDED ALUMINUM และคลุมทับด้วย INSECTSCREENS
- ช. RETURN AIR GRILLE ให้เป็นแบบ DOUBLE FRAME มี PIVOT HINGE สามารถถอดชุด GRILLE ได้โดยไม่ทำให้ฝ้าเพดานเสียหาย RETURN AIR GRILLE ให้เป็นแบบ ONE WAY DEFLECTION TYPE ทำมุมเอียงประมาณ 45 องศา สำหรับ RETURN AIR GRILLE ชุดที่อยู่ใต้ FAN COIL UNIT หรือเครื่องส่งลมเย็นให้มี ALUMINIUM AIR FILTER อยู่ที่ตัว GRILLE
- ซ. หน้ากากลมที่ติดอยู่ผนังภายนอกอาคาร ให้ใช้แบบที่กันน้ำกระเซ็นเข้ามาใช้ พร้อมกับติดตะแกรงกันแมลง

### 13.10 FIRE AND/OR SMOKE DAMPER

- ก. ให้จัดหาและติดตั้ง FIRE AND/OR SMOKE DAMPER กับงานท่อลมทุกระบบที่ต้องติดตั้งผ่านผนัง ทนไฟ พื้นโครงสร้าง บันไดหนีไฟ ช่องทางหนีไฟ และอื่นๆ ที่กำหนดให้ติดตั้งตามแบบ โดยจะต้องมีความสามารถในการทนไฟ ไม่น้อยกว่าความสามารถในการทนไฟของผนัง หรือพื้นที่ท่อลมนั้นๆ ผ่าน
- ข. FIRE AND/OR SMOKE DAMPER จะต้องประกอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน UL-555 และ/หรือ UL555S หรือที่พิจารณาเทียบเท่าออกแบบให้สามารถทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 1½ ชั่วโมง ตามมาตรฐานของ UL และต้องไม่น้อยกว่าความสามารถในการทนไฟของผนังหรือพื้นที่ติดตั้ง
- ค. ตัวกรอบและชุด BLADE ของ FIRE AND/OR SMOKE DAMPER ให้เป็นเหล็กแผ่นชุบสังกะสี (GALVANIZED STEEL SHEET) เบอร์ 20 USSG หรือพิจารณาเทียบเท่าของผู้ผลิตที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐานของ UL ชุด BLADE ให้เป็น MULTILEAVES BLADE หรือ SINGLE BLADE และหรือที่พิจารณาเทียบเท่า ชุด FUSIBLE LINK กำหนดอุณหภูมิที่ 165°F (74 °C) เป็นมาตรฐาน และเป็นชนิด PRELOAD SPRING
- ง. การติดตั้ง FIRE AND SMOKE DAMPER ในแนวตั้งหรือแนวนอนตามลักษณะการติดตั้งโดยจะต้องจัดให้มี SERVICE ACCESS DOOR หรือ OPENNING เพื่อให้สามารถทำการตรวจสอบและซ่อมบำรุงได้

### 13.11 ท่อลม FIBERGLASS REINFORCE PLASTIC (FRP)

- ก. ท่อลมและ FITTINGS ต้องเป็น FILAMENT WOUND FIBERGLASS REINFORCED PLASTIC คุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน SMACNA, ASTM D2996 ซึ่งสามารถรับแรงดันลมได้ไม่น้อยกว่า 4 ln.wg.
- ข. ท่อลม และ FITTING ต้องมี FLAME SPREAD น้อยกว่า 25 (CLASS 1 DUCT UL 181, ASTM E-84)
- ค. ความหนาของท่อลมต้องไม่น้อยกว่า ดังต่อไปนี้

WALL THICKNESS	ขนาดท่อลม
0.125"	≤ 20"
0.187"	21"-36"
0.25"	37"-60"

- ง. อุปกรณ์ประกอบท่อลม SCREW, BOLT & NUT ให้เป็น STAINLESS STEEL

### 13.12 ท่อลม PRESURIZED AIR DUCT (PAD)

ท่อลม PRESURIZED AIR DUCT ให้เป็น BLACK STEEL SHEET ความหนาไม่ต่ำกว่า 2 mm.

ข้อกำหนดต่างๆทั้งหมดใช้เช่นเดียวกับข้อกำหนด 3-13.7 SMOKE EXHAUST DUCT ยกเว้นเฉพาะท่อลมบนชั้นหลังคาในแบบ AC-02-42 ไม่ต้องหุ้มฉนวน

## 14. พัฒนาระบายอากาศ

### 14.1 ทั่วไป (GENERAL)

- ก. ให้ติดตั้งพัฒนาระบายอากาศ ตามที่กำหนดในแบบโดยให้มี CAPACITY และ STATIC PRESSURE ไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบ
- ข. พัฒนจะต้องได้รับการสมดุอย่างถูกต้องและต้องทำงานโดยไม่เกิดเสียงดังรบกวนหรือสั่นสะเทือน เสียงดังรบกวนหรือความสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นนอกห้องพัฒนจะต้องได้รับการแก้ไข จนเป็นที่ยอมรับจากวิศวกร โดยให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
- ค. สายพานขับ สำหรับพัฒนแบบ CENTRIFUGAL จะต้องเลือกโดยให้มีความมากกว่าแรงม้าปกติ (RATED HORSE-POWER) 1.4 เท่า
- ง. จะต้องมีการ BELT GUARD สำหรับพัฒนปิดมอเตอร์และชุดขับ
- จ. ที่ท่อลมทางออกของพัฒนาระบายอากาศก่อนจะต่อเชื่อมกับท่อลมระบายอากาศหลักให้จัดเตรียม GRAVITY DAMPER ไว้ที่ตัวพัฒนาระบายอากาศด้วย เพื่อป้องกันลมไหลย้อนกลับ
- ฉ. จะต้องจัดให้มีช่องเปิดที่ฝ้าเพดาน เพื่อให้สามารถซ่อมแซมบำรุงรักษาพัฒนาระบายอากาศได้
- ช. จะต้องจัดให้มี DISCONNECTED SWITCH หรือ EMERGENCY PUSH OFF (สวิทช์หัวเห็ดสีแดง) ในตู้กันน้ำ สำหรับตัวมอเตอร์พัฒน เพื่อการซ่อมแซม และบำรุงรักษา
- ซ. สำหรับพัฒนาระบายอากาศแบบตั้งพื้นจะต้องจัดทำแท่นเครื่องพัฒนาระบายอากาศ (INERTIA BLOCK) ทำด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก ความหนาไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร ขนาดความกว้าง และความยาวตามความเหมาะสม แต่จะต้องไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตร โดยรอบตัวเครื่องพัฒนาระบายอากาศ และมอเตอร์ที่ติดตั้งอยู่บน BASE PLATE INERTIA BLOCK จะต้องมียุทธหนักมากกว่าชุดพัฒนระบายอากาศและมอเตอร์ไม่น้อยกว่า 1.5 เท่า และจะต้องจัดทำแท่นพื้นโครงสร้างทำด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กความหนาไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร ขนาดความกว้างและความยาวเหมาะสม เพื่อใช้เป็นที่ติดตั้ง INERTIA BLOCK และอุปกรณ์ต่างๆ ณ พัฒนชุดที่ไม่มีการต่อท่อลมที่ทางด้านดูด หรือทางด้านส่ง ให้ติด WIRE GUARD เพื่อป้องกันเศษวัสดุเข้าไปในตัวเรือนและป้องกันอันตรายได้
- ณ. การเลือกช่วงการใช้งานของพัฒนจะต้องให้มี SOUND POWER LEVEL ไม่เกิน 85 db A ยกเว้นที่กำหนดให้เป็นค่าอื่น
- ญ. มอเตอร์สำหรับพัฒนาระบายอากาศให้เป็นแบบประสิทธิภาพสูงตามข้อกำหนด

## 14.2 พัฒนาระบายอากาศแบบ CENTRIFUGAL

- ก. สมรรถนะและโครงสร้างของพัดลมระบายอากาศแบบ CENTRIFUGAL ให้เป็นไปตามมาตรฐาน AMCA
- ข. หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น พัฒนาระบายอากาศแบบ CENTRIFUGAL ให้เป็น BACKWARD CURVE BLADE TYPE SINGLE INLET หรือ DOUBLE INLET
- ค. พัฒนาระบายอากาศแบบ CENTRIFUGAL ที่มี STATIC PRESSURE มากกว่า 3" ให้เป็น AIR FOIL BLADE TYPE
- ง. จะต้องจัดเตรียมให้มี ACCESS PANEL สำหรับพัดลมที่แขวนอยู่ในฝ้าเพดาน โดยจะต้องประสานงานกับสถาปนิกและผู้รับเหมางานฝ้าเพดาน ทั้งนี้ให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
- จ. พัฒนาระบายอากาศแบบ CENTRIFUGAL จะต้องเลือกขนาดให้มีประสิทธิภาพการทำงานไม่น้อยกว่า 60% และรอบของพัดลมไม่เกิน 900 รอบ/นาที หรือที่วิศวกรพิจารณาเทียบเท่ามอเตอร์ที่ขับ จะต้องเลือกให้มีขนาดเพียงพอไม่ทำให้เกิด OVERLOAD
- ฉ. BEARING ของพัดลมให้เป็นแบบ SELF ALIGNING BALL หรือ ROLLER TYPE

## 14.3 พัฒนาระบายอากาศแบบ PROPELLER

- ก. พัฒนาระบายอากาศแบบ PROPELLER ให้เป็นแบบ LOW NOISE COMMERCIAL TYPE
- ข. มอเตอร์ที่ใช้ขับพัดลม ให้เป็นแบบ DIRECT DRIVE และติดตั้งสำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิต โดยได้รับการสมดุอย่างถูกต้อง
- ค. จะต้องจัดเตรียมกรอบวงกบไม้ หรือกรอบวงกบเหล็ก หรืออลูมิเนียมขนาดให้เป็นที่โรงงานผู้ผลิตแนะนำ
- ง. จะต้องมีการติดตั้ง AUTOMATIC SHUTTER ที่ทางด้านนอกและ WIRE GUARD ที่ทางด้านดูของพัดลม

## 14.4 พัฒนาระบายอากาศแบบ MINI-SIROCCO

- ก. พัฒนาระบายอากาศแบบ MINI-SIROCCO ให้เป็นแบบ LOW NOISE TYPE
- ข. มอเตอร์ที่ใช้ขับพัดลมให้เป็นแบบ MOISTURE-PROOF, DUST PROOF และ TOTALLY ENCLOSED DIRECT DRIVE ติดตั้งสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิต โดยได้รับการสมดุอย่างถูกต้อง

## 14.5 พัฒนาระบายอากาศแบบติดเพดาน

- ก. พัฒนาระบายอากาศแบบติดเพดาน ให้เป็นแบบ LOW NOISE TYPE และสามารถติดตั้งท่อลมที่ DISCHARGE OUTLET ได้
- ข. CASING ของพัดลมให้เป็นเหล็กแผ่นชนิดหนา และพ่นสีกันสนิมอย่างดี



#### 14.6 พัฒนาระบายอากาศแบบ AXIAL FLOW

- ก. สมรรถนะ และโครงสร้างพัดลม ให้เป็นไปตามมาตรฐานของ AMCA
- ข. AXIAL FLOW ให้เลือกใช้เป็นรุ่น LOW NOISE และ COMMERCIAL TYPE
- ค. ชุดขับ ให้เป็นแบบ DIRECT DRIVE หรือ BELT DRIVE โดยใช้สายพานตัว V และมอเตอร์ให้ เป็นแบบ TOTALLY ENCLOSED FAN COOLED ความเร็วรอบ 1,450 RPM

#### 14.7 พัฒนาระบายควัน (SMOKE EXHAUST FAN)

- ก. พัดลมเป็นชนิด CENTRIFUGAL หรือ AXIAL ตามที่ระบุไว้ในตารางอุปกรณ์
- ข. ต้องมีความสามารถระบายควัน โดยมีอุณหภูมิไม่น้อยกว่า 250°C ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง ตามมาตรฐาน BS7346 PART2, BS EN12101-3, AMCA212
- ค. หากเป็นพัดลมชนิดขับตรง มอเตอร์ของพัดลมจะต้องเลือกชนิดที่มีอุณหภูมิใช้งานไม่น้อยกว่า 250°C เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

#### 14.8 อุปกรณ์กรองอากาศในระบบ KITCHEN EXHAUST (Electrostatic Air Cleaner)

- ก. สามารถกรองหรือดักจับละอองน้ำมัน, ควัน, ฝุ่นละออง, เขม่าควัน และกลิ่นเหม็นออกจากระบบ Kitchen Exhaust
- ข. ชุดอุปกรณ์กรองอากาศในระบบ Kitchen exhaust ต้องประกอบด้วยส่วน pre/post filter, ส่วนกรองและดักจับละอองน้ำมัน (electronic cell), ชุดดูดกลิ่น (odor neutralizer/carbon module 0.02 kg./CFM) โดยแต่ละส่วนสามารถประกอบเป็นชุดเดียวกันอย่างสมบูรณ์ หรือถอดบางส่วนได้ตามความต้องการ เพื่อทำการบำรุงรักษาได้อย่างสะดวก
- ค. ระบบการทำงานเป็นแบบ Electrostatic Precipitator System มีประสิทธิภาพในการทำงานไม่น้อยกว่า 95% ตามมาตรฐาน ASHRAE 52.2-1999 (Method of Testing General Ventilation Air-Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size) หรือมาตรฐานเทียบเท่า
- ง. ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน UL867 (Standard for Electrostatic Air Cleaner) และมาตรฐาน UL710 (Standard for Exhaust Hoods for Commercial Cooking Equipment)
- จ. การติดตั้งอุปกรณ์ต้องเป็นไปตามคำแนะนำผู้ผลิต ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบพื้นที่ติดตั้ง และสภาวะแวดล้อม อย่างละเอียด เพื่อให้อุปกรณ์ทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ
- ฉ. อุปกรณ์กรองอากาศ ให้เลือกที่ความเร็วลมไหลผ่านไม่มากกว่า 500 ฟุตต่อนาที ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ TECHNICAL SELECTION แสดงรายละเอียดการเลือกอุปกรณ์อย่างละเอียด

## 14.9 พัดลม CHEMICAL PROOF

- ก. ใบพัด (Wheel) ทำด้วยแผ่นเหล็กผ่านกรรมวิธีเคลือบด้วย Fiberglass (FRP Lining) ใบพัดต้องได้รับการปรับสมดุลทั้งทาง Static และ Dynamic ตามมาตรฐาน ISO 1940 และ AMCA 204/3-G 2.5 (ค่าความสั่นสะเทือนไม่ควรเกิน 2.5 mm/s)
- ข. ตัวถัง (Housing) ทำด้วยแผ่นเหล็กผ่านกรรมวิธีเคลือบด้วย Fiberglass (FRP Lining) ความหนาของตัวถังให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต แต่ต้องไม่ทำให้เกิดความสั่นสะเทือนและเกิดการกระพือ Fan Scroll และ Side Plate ยึดต่อกันแบบ Weld Seam อย่างต่อเนื่องตลอดแนวตะเข็บ

## 15. เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (SPLIT TYPE AIR CONDITIONER)

### 15.1 เครื่องจ่ายลมเย็น (FAN COIL UNIT)

จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ห่อเดียวกับ AIR COOLED CONDENSING UNIT และประกอบสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิต ภายใต้การรับรอง และได้รับอนุญาตจากบริษัทผู้ผลิตจากต่างประเทศ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา TECHNICAL SELECTION แสดงรายละเอียดการเลือก FAN COIL UNIT กับ AIR COOLED CONDENSING UNIT ให้พิจารณาก่อนการดำเนินการ โดยให้มีค่า ENERGY EFFICIENCY RATIO มากกว่าหรือเท่ากับ 11 สำหรับเครื่องที่มีขนาดตั้งแต่ 36,000 Btu/hr ลงมา FAN COIL UNIT ให้ประกอบด้วยอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

1. ตัวถัง (METAL HOUSING) ประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กอบสังกะสีพ่นเคลือบด้วยสีอย่างดี ภายในจะต้องกรุด้วยฉนวน CLOSE CELL ความหนา 1" หรือพลาสติกตามมาตรฐานของผู้ผลิต DRAIN PAN จะต้องจัดวาง และให้มีขนาดใหญ่เพียงพอสำหรับน้ำ CONDENSATE ของ COIL และกรุด้วยฉนวน CLOSE CELL หนาไม่น้อยกว่า 1" เพื่อป้องกันการเกิดหยดน้ำจากถาด ได้ในทุกสภาวะ/กรณี
2. พัดลมและมอเตอร์ (FAN AND MOTOR) พัดลมเป็นแบบ FORWARD CURVE แบบ DOUBLE WIDTH, DOUBLE INLET CENTRIFUGAL TYPE ติดตั้งอยู่บนเพลลา พัดลมจะต้องได้รับการสมดุลอย่างดี ทั้ง STATIC และ DYNAMIC เพื่อไม่ให้เกิดการสั่นสะเทือนและเสียงดังขณะทำงาน BEARING ให้เป็นแบบ SELF-ALIGNING และสามารถถอดเปลี่ยนได้ในการซ่อมบำรุงมอเตอร์เป็นแบบ SPLIT CAPACITOR และออกแบบให้สามารถขับพัดลมได้ ในช่วง LOW SPEED มอเตอร์ให้เป็นชนิด 3 ความเร็วคือ LOW, MEDIUM และ HIGH SPEED และมีอุปกรณ์ THERMAL OVERLOAD อยู่ภายในตัว
3. ขดท่อทองแดง (COOLING COIL) ให้เป็นท่อทองแดง มี ALUMINUM FINS ยึดติดแน่นกับท่อทองแดงโดยเชิงกล ขดท่อทองแดงจะต้องออกแบบให้มีประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนสูง และความเร็วลมไหลผ่านขดท่อทองแดงไม่มากกว่า 500 ฟุต/นาที ขดท่อทองแดงจะต้องผ่านการทดสอบแรงดันจากโรงงานผู้ผลิต

4. EXPANSION VALVE สำหรับควบคุมการไหลของสารทำความเย็นที่จะเข้าชุดท่อทองแดง โดยจะต้องสามารถปรับอัตราการไหลของสารทำความเย็นเพื่อให้ FAN COIL UNIT สามารถปรับความเย็นได้ตามอุณหภูมิที่ต้องการ สำหรับเครื่องที่มีขนาดต่ำกว่า 60,000 BTU/HR ลงมา ให้ใช้ CAPILLARY TUBE ซึ่งติดตั้งสำเร็จตามมาตรฐานของผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศได้
5. ท่อน้ำทิ้งจาก FAN COIL UNIT ให้ใช้ท่อ PVC. CLASS 8.5 จะต้องมีการติดตั้ง TRAP สำหรับท่อน้ำทิ้งจาก FAN COIL UNIT ทุกเครื่อง ท่อน้ำทิ้งจะต้องเอียงพอน้ำจะไหลได้สะดวกที่แขวน และรองรับท่อจะต้องมีระยะห่างไม่เกิน 4 ฟุต และให้หุ้มท่อน้ำทิ้งด้วยฉนวน PREFOAMED TUBE หนา ½ นิ้ว
6. FAN SPEED CONTROL SWITCH ให้เป็นแบบที่ประกอบด้วย FAN SPEED CONTROL SWITCH (HIGH, MEDIUM, LOW และ OFF) พร้อมทั้งมี ROOM THERMOSTAT ในชุดเดียวกัน และเป็นรุ่นที่แสดงผลเป็นตัวเลข DIGITAL ในตำแหน่ง OFF ที่ตัว SWITCH ให้สามารถหยุดการทำงานของพัดลม และ COMPRESSOR ได้

## 15.2 AIR COOLED CONDENSING UNIT

จะต้องประกอบสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิตในกรณีประกอบจากโรงงานผู้ผลิตภายในประเทศจะต้องอยู่ภายใต้การรับรอง และได้รับอนุญาตจากบริษัทผู้ผลิต ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้ง AIR COOLED CONDENSING UNIT ที่มีความสามารถในการทำความเย็นได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ และติดตั้งในตำแหน่งตามแบบ AIR COOLED CONDENSING UNIT ที่ใช้ จะต้องมีการรายละเอียดของอุปกรณ์ดังนี้

1. เป็นชนิดที่ใช้สารทำความเย็น HFC-410A หรือเทียบเท่า
2. ตัวถังต้องทำด้วยแผ่นเหล็กอบสังกะสีและพ่นสีอย่างดี เพื่อใช้งานกลางแจ้ง
3. ชุดท่อระบายความร้อน (CONDENSER COIL) ทำด้วยท่อทองแดงไร้ตะเข็บมีครีบบอลูนุ่ม หรือทองแดงยึดติดกับท่อทองแดงโดยเชิงกล
4. พัดลม และมอเตอร์ พัดลมเป็นแบบใบพัด (PROPELLER TYPE FAN) ทำด้วยอะลูมิเนียมหรือ เหล็กพ่นสีกันสนิมอย่างดี มอเตอร์ของพัดลมจะต้องใช้กับระบบไฟฟ้า 380V 3PHASE หรือ 220V 1PHASE เท่านั้น ควรเป็นชนิด CLASS B, MOTOR INSULATION มีอุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไหม้อยู่ภายใน และเป็นแบบที่หล่อสี่นถาวร
5. COMPRESSOR ที่มีขนาดต่ำกว่า 7 ตันให้เป็นแบบ SCROLL ROTARY หรือ RECIPROCATING HERMATIC และ ขนาด 7 ตันขึ้นไปให้ เป็นแบบ SEMI-HERMATIC โดยต้องมี EXTERNAL SPRING ISOLATOR รองรับกันการสั่นสะเทือนของตัว COMPRESSOR
6. อุปกรณ์ควบคุมที่จะต้องติดตั้ง จะต้องใช้อุปกรณ์ดังนี้
  - HIGH AND LOW PRESSURE STATS WITH MANUAL RESET
  - STARTER WITH COMPRESSOR OVERLOAD DEVICES
  - TIME DELAY RELAY

- OIL PRESSURE SWITCH WITH MANUAL RESET สำหรับเครื่องปรับอากาศที่มีภาวะการทำความเย็นตั้งแต่ 7 ตันขึ้นไป
- CIRCUIT BREAKERS WITH CONTROL DEVICES
- EXPANSION VALVE WITH PROPORTIONAL THERMOSTAT
- DRIER, SIGHT GLASS AND OIL TRAP

### 15.3 ท่อสารทำความเย็น, ฉนวน และอุปกรณ์

1. ท่อสารทำความเย็นให้เป็นแบบท่อทองแดง HARD DRAWN TYPE L ขนาดที่ใช้ให้เป็นตามมาตรฐานที่ผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศกำหนด หรือใช้ขนาดท่อตามที่ระบุไว้ในแบบ/รายละเอียดข้อกำหนด (ถ้ามี)
2. การเชื่อมต่อท่อสารทำความเย็น (ท่อทองแดง) จะต้องไม่ให้มีรอยรั่ว โดยจะต้องทำการทดสอบแรงดันตามที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดจากโรงงานผู้ผลิตหรือตามที่คุณควบคุมงานกำหนด
3. ห้ามทำการตัดท่อให้โค้งงอเป็นอันตรายการโค้งงอจะต้องใช้ FITTING เท่านั้น
4. ฉนวนหุ้มท่อสารทำความเย็น (SUCTION LINE) ให้ใช้ CLOSED CELL FLEXIBLE RUBBER FOAM แบบ PRE-FOAMED TUBE หนา 3/4 นิ้ว ตรงรอยต่อให้ใช้กาวอย่างดีทาเชื่อมให้ต่อกันสนิทแน่น และให้ปิดทับรอยต่อด้วยแผ่น FLEXIBLE RUBBER FOAM หนา 1/8 นิ้ว กว้าง 1 นิ้ว ในกรณีที่ท่ออยู่ภายนอกอาคารให้หุ้มทับด้วย ALUMINUM SHEET NO.26 อีกชั้นหนึ่ง
5. ที่ท่อ LIQUID LINE ของ COMPRESSOR จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ดังต่อไปนี้
  - FILTER/DRIER
  - SIGHT GLASS/INDICATOR พร้อมทั้ง SERVICE VALVE ที่ทางเข้าและทางออก

## 16. แผ่นกรองอากาศ (AIR FILTER)

### 16.1 ทั่วไป (GENERAL)

- ก. ให้ผู้รับจ้างจัดหา และติดตั้ง AIR FILTER แบบชนิดตามที่ระบุไว้ในแบบและข้อกำหนดของเครื่องจักรแต่ละชนิด
- ข. AIR FILTER ที่ใช้จะต้องเป็นชนิด ขนาดมาตรฐาน ถอดล้างทำความสะอาดได้ และจะต้องเลือกโดยให้ความเร็วลมผ่าน AIR FILTER ไม่มากกว่า 500 ฟุตต่อนาที
- ค. ประสิทธิภาพของ AIR FILTER ที่ใช้ และที่ระบุไว้ในแบบและข้อกำหนด จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ ASHRAE 52.1 - 92
- ง. ให้ผู้รับจ้างจัดหา AIR FILTER ชั่วคราวมาใช้ในขณะที่ทดสอบเครื่อง และหรือยังไม่ได้ส่งมอบงาน
- จ. แผ่นกรองอากาศต้องมีโครงสร้างที่แข็งแรงเพียงพอต่อแรงดันลมในตำแหน่งที่แผ่นกรองอากาศนั้นติดตั้งอยู่

## 16.2 แผ่นกรองอากาศที่ใช้สำหรับอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศและระบายอากาศให้เป็นดังนี้

- 16.2.1 เครื่องเป่าลมเย็นขนาด 1-5 ตันความเย็น (12,000–60,000 BTU/H) และทางเข้าของพัดลมเติมอากาศครัว (Kitchen Make Air Fan) ให้ใช้แผ่นกรองอากาศชั้นต้นแบบใช้แล้วทิ้ง (Disposable Pre-Filter) ประสิทธิภาพ MERV 8 หรือ G4
- 16.2.2 เครื่องส่งลมเย็นขนาดตั้งแต่ 6 ตันความเย็น ขึ้นไป (>72,000 BTU/H) ให้ใช้แผ่นกรองอากาศ 2 ชั้น ประกอบกัน ดังนี้
- แผ่นกรองอากาศชั้นต้นแบบใช้แล้วทิ้ง (Disposable Pre-Filter) ประสิทธิภาพ MERV 8 หรือ G4
  - แผ่นกรองอากาศชั้นกลาง (Medium Filter) ประสิทธิภาพ MERV 13 หรือ F7
- 16.2.3 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนพลังงาน (Air-to-Air Energy Recovery Equipment) ซึ่งทำหน้าที่เป็นเครื่องเติมอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกอาคาร (Outside Air Handling Unit) ให้ใช้แผ่นกรองอากาศ ประกอบกัน ดังนี้
- ด้านอากาศเติมจากภายนอกอาคาร (Fresh Air)
- แผ่นกรองอากาศชั้นต้นแบบใช้แล้วทิ้ง (Disposable Pre-Filter) ประสิทธิภาพ MERV 8 หรือ G4
  - แผ่นกรองอากาศชั้นกลาง (Medium Filter) ประสิทธิภาพ MERV 13 หรือ F7
- ด้านลมระบายอากาศ
- แผ่นกรองอากาศชั้นต้นแบบใช้แล้วทิ้ง (Disposable Pre-Filter) ประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า MERV 8 หรือ G4
- 16.2.4 เครื่องส่งลมเย็นซึ่งเป็นเครื่องเติมอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกอาคาร (Outside Air Handling Unit) ให้ใช้แผ่นกรองอากาศประกอบกัน ดังนี้
- แผ่นกรองอากาศชั้นต้นแบบใช้แล้วทิ้ง (Disposable Pre-Filter) ประสิทธิภาพ MERV 8 หรือ G4
  - แผ่นกรองอากาศชั้นกลาง (Medium Filter) ประสิทธิภาพ MERV 13 หรือ F7

## 16.3 รายละเอียดวัสดุ (Materials)

- 16.3.1 แผ่นกรองอากาศชั้นต้นแบบใช้แล้วทิ้ง (Disposable Pre-Filters)
- ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้หรือที่ผู้ควบคุมงานและผู้ว่าจ้างพิจารณาแล้วเทียบเท่า แผ่นกรองอากาศเป็นชนิด Extended Surface Pleated Panel แบบใช้แล้วทิ้ง ตัวเนื้อกรองทำมาจาก Non-Woven Cotton, Synthetic Fibers, Water Resistance Beverage Board และเสริมความแข็งแรงด้านลมออกด้วย Expanded Metal Support Grid หรือ Welded Wire Grid

- ประสิทธิภาพ 25-30% Average Efficiency (MERV 8) ASHRAE 52.1-1992 หรือ Class G4 ตามมาตรฐาน EN779
- ความเร็วลมผ่านแผ่นกรองอากาศไม่เกิน 2.5 m/s (500 FPM)
- ความดันตกคร่อมขณะแผ่นกรองสะอาดไม่เกิน 78 Pa, 0.31 นิ้วน้ำ
- ความดันตกคร่อมขณะแผ่นกรองตันไม่น้อยกว่า 250 Pa, 1.0 นิ้วน้ำ
- มาตรฐาน UL Standard, จะต้องได้ UL 900 ซึ่งแผ่นกรองทำด้วยวัสดุไม่ลุกลามไฟ หรือ F1 ตามมาตรฐาน DIN 53438
- แผ่นกรองหนาไม่น้อยกว่า 50 mm

#### 16.3.2 แผ่นกรองอากาศชั้นกลาง (Medium Filters)

ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้ หรือที่ผู้ควบคุมงานและผู้ว่าจ้างพิจารณาแล้วเทียบเท่า แผ่นกรองอากาศเป็นชนิด Extended Surface Medium and High Efficiency with Single Header Filter แบบใช้แล้วทิ้ง ตัวเนื้อกรองทำมาจาก Water-Repellent, Micro Fine Glass Fiber และ คั่นกลางระหว่างเนื้อกรองด้วย Thermoplastic หรือ Hot Melt Separator อยู่ในโครงสร้างกรอบที่ทำมาจากสังกะสี (Galvanized Steel) มีหน้าแปลน 1 ด้าน หน้าแปลนต้องไม่มีรอยรั่วผลิตและผ่านการทดสอบมาตรฐานจากโรงงานผู้ผลิตโดยตรง

- กรอบ (Cell Side) ทำด้วย Galvanized Steel และมีหน้าแปลนด้านหนึ่งเป็นชนิด Unitized Construction
- เนื้อกรอง (Media) ทำด้วย Glass Fibers เป็นแบบ Water Resistance
- ประสิทธิภาพ 80-85% Average Efficiency (MERV 13) ตามASHRAE 52.1-1992 หรือ Class F7 ตาม EN779
- ความเร็วลมผ่านแผ่นกรองอากาศไม่เกิน 2.5 m/s (500 FPM)
- ความดันตกคร่อมขณะแผ่นกรองสะอาดไม่เกิน 175 Pa, 0.7 นิ้วน้ำ
- ความดันตกคร่อมขณะแผ่นกรองตันไม่น้อยกว่า 375 Pa, 1.5 นิ้วน้ำ
- มาตรฐาน UL Standard จะต้องได้ UL 900 หรือ F1 ตามมาตรฐานDIN 53438 ซึ่งแผ่นกรองทำด้วยวัสดุไม่ลุกลามไฟ
- แผ่นกรองหนาไม่น้อยกว่า 100 mm

#### 16.4 ALUMINUM AIR FILTER (สำหรับช่อง FRESH AIR INTAKE เท่านั้น)

ก. จะต้องเป็นชนิดประกอบสำเร็จรูปได้มาตรฐานของโรงงานผู้ผลิตขนาดความหนาเป็นไปตามที่ระบุ และไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว มีขอบโดยรอบเพื่อสะดวกในการถอดประกอบ

ข. ALUMINIUM AIR FILTER ให้ติดตั้งที่ที่ระบุไว้ในแบบ

ค. ALUMINUM AIR FILTER ให้มี INITIAL RESISTANCE ไม่เกิน 0.20 นิ้วของน้ำและ FINAL RESISTANCE ไม่เกิน 0.50 นิ้วของน้ำที่ความเร็วลม 500 FPM

## 17. เครื่องปรับอากาศแบบ VARIABLE REFRIGERANT FLOW (VRF)

เครื่องปรับอากาศเป็นแบบขยายตัวรับความร้อนโดยตรง ระบบร่วมแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ (DIRECT EXPANSION AIR-COOLED SPLIT SYSTEM) ซึ่งคอนเดนซิ่งยูนิต 1 ชุด สามารถต่อกับเครื่องเป่าลมเย็นได้หลายชุด ใช้สารทำความเย็น R-410A หรือเทียบเท่า มีสมรรถนะตามที่กำหนดในแบบ และมีรายละเอียดข้อกำหนดของตัวเครื่องปรับอากาศ ดังต่อไปนี้

17.1 คอนเดนซิ่งยูนิต ( CONDENSING UNIT ) ระบายความร้อนด้วยอากาศ ประกอบเรียบร้อยทั้งชุดมาจากโรงงานผู้ผลิตในประเทศไทย, ญี่ปุ่น, สหรัฐอเมริกา หรือยุโรป โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ส่วนโครงภายนอก (CASING, CARBINET) ทำด้วยแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการกันสนิม และกระบวนการเคลือบบอป/สี หรือวัสดุที่ทนต่อการเป็นสนิม เช่น ไฟเบอร์กลาส หรือพลาสติกอัดแข็งที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งกลางแจ้ง ตัวโครงจะต้องมั่นคงแข็งแรง ไม่สั่นสะเทือน หรือเกิดเสียงดังเมื่อใช้งาน
- คอมเพรสเซอร์ (COMPRESSOR) เป็นแบบกันหอย,มอเตอร์หุ้มปิด (HERMETIC SCROLL TYPE) หรือเทียบเท่า โดยมีชุด INVERTER ควบคุมการเปลี่ยนความเร็วรอบของมอเตอร์ ระบายความร้อนด้วยน้ำยา และที่มอเตอร์มีอุปกรณ์ป้องกันในกรณีที่เกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์ ในกรณีที่คอนเดนซิ่งยูนิตมีขนาดทำความเย็นเกินกว่า 72,000 Btu/hr ให้มีจำนวนคอมเพรสเซอร์ตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไป
- คอยล์ของคอนเดนเซอร์ (CONDENSER COIL) เป็นท่อทองแดงที่ถูกอัดเข้ากับครีบอลูมิเนียมที่เคลือบสาร PE ป้องกันการกัดกร่อนซึ่งจะต้องเรียงเป็นระเบียบเรียบร้อย ยึดแน่นกับท่อทองแดง และผ่านการทดสอบรอยรั่วและขจัดความชื้นมาจากโรงงานผลิต
- พัดลมของคอนเดนเซอร์ เป็นแบบใบพัดแฉก (PROPELLER) ได้รับการถ่วงสมดุลมาเรียบร้อยมาจากโรงงานผู้ผลิต ขับเคลื่อนโดยตรงจากมอเตอร์ มีตะแกรงโปร่งป้องกันอุบัติเหตุ
- มอเตอร์พัดลม เป็นแบบหุ้มปิดมิดชิด มีอุปกรณ์ป้องกันการเกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์ มีระบบรองลิ้น แบบตลับลูกปืน หรือแบบบล็อก ที่มีการหล่อลิ้นระยะยาว
- ระบบควบคุม มีแมกเนติกคอนแทรกเตอร์, เครื่องป้องกันเมื่อความดันสูงเกินเกณฑ์ ( HIGH PRESSURE CUT OUT ) และมีฟิวส์ป้องกันวงจรควบคุม
- ระบบไฟฟ้า 380 V / 3 Ø / 50 Hz

- 17.2 เครื่องส่งลมเย็น (FAN COIL UNIT) ประกอบเรียบร้อยทั้งชุดมา จากโรงงานผู้ผลิตในประเทศไทย , ญี่ปุ่น, สหรัฐอเมริกา หรือยุโรป และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ห่อเดียวกับคอนเดนซิ่งยูนิท โดยมีรายละเอียดดังนี้
- ส่วนโครงภายนอก เป็นแบบที่ตกแต่งเสร็จ ทำด้วยแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการเคลือบและอบสีหรือวัสดุที่ทนต่อการเป็นสนิม เช่น ไฟเบอร์กลาส พลาสติกอัดแรง ภายในบริเวณที่จำเป็นให้บุด้วยฉนวนยางหรือฟองน้ำหรือวัสดุเทียบเท่า มีถาดน้ำทิ้งที่หุ้มด้วยฉนวนดังกล่าว ในการใช้งานปกติจะต้องไม่เกิดหยดน้ำเกาะที่ภายนอกของตัวโครง และถ้าเป็นชนิดเป่าลมเย็นโดยตรง (FREE BLOW) ต้องมีหน้ากากจ่ายลม สามารถปรับทิศทางการจ่ายลมได้
  - พัดลมส่งลมเย็น เป็นพัดลมแบบหอยโข่ง (CENTRIFUGAL, TURBO FAN) หรือแบบใบพัดยาว (CROSS FLOW FAN) ขับเคลื่อนโดยตรงหรือผ่านสายพานด้วยมอเตอร์ ซึ่งสามารถปรับความเร็วได้ ไม่น้อยกว่า 2 อัตรา
  - มอเตอร์ เป็นชนิด INDUCTION HOLD IC CONTROL หรือ SPLIT CAPACITOR ที่มีอุปกรณ์ภายใน ป้องกันความร้อนสูงเกินเกณฑ์
  - คอยล์เย็น (EVAPORATOR COIL) เป็นท่อทองแดงที่ถูกอัดเข้ากับครีบอลูมิเนียม ซึ่งจะต้องเรียงเป็นระเบียบเรียบร้อยยึดแน่นกับท่อทองแดง และผ่านการทดสอบรอยรั่วจากโรงงานผู้ผลิต
  - อุปกรณ์จ่ายสารทำความเย็นเป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์อิเล็กทรอนิกส์แบบชั้นวาล์ว (ELECTRONIC EXPANSION VALVE)
  - ระบบควบคุม มีสวิทช์ เปิด ปิด เครื่องและปรับความเร็วรอบพัดลม พร้อมทั้งสวิทช์เทอร์โมสแตต อยู่ที่เครื่อง หรือเป็นแบบตั้งแยก (REMOTE TYPE) ที่ต่อสายส่งสัญญาณควบคุมการทำงาน ระหว่างเครื่องส่งลมเย็นกับชุดควบคุมการทำงาน (CONTROLLER) เป็นแบบ NON POLARITY ด้วยสาย 2 แกน
  - แผงกรองอากาศเป็นแบบอลูมิเนียม , โยสังเคราะห์ หรือ RESIN NET ที่สามารถถอดล้างทำความสะอาดได้
  - ระบบไฟฟ้า 220 V / 1 Ø / 50 Hz

### 17.3 ท่อสารทำความเย็น, ฉนวน และอุปกรณ์

- ท่อสารทำความเย็น ใช้ท่อทองแดงอย่างแข็ง Type L (HARD DRAWN TYPE “L”) และใช้ PIPE FITTING ในการเชื่อมต่อ ท่อสารทำความเย็นด้านก๊าซเย็นกลับ (SUCTION LINE) ให้หุ้มรอบด้วย FLEXIBLE, CLOSED CELL, ELASTOMERIC THERMAL INSOLUTION ชนิดไม่ลามไฟ ที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 19 มม. หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ



- ท่อน้ำทิ้งขนาดไม่เล็กกว่า 25 มม. เป็นท่อพี.วี.ซี ชั้น 8.5 ตาม มอก.17 ท่อส่วนที่อยู่ภายในฝ้าเพดานหรือท่อส่วนที่อยู่ภายในอาคารที่ไม่อยู่ในบริเวณปรับอากาศให้หุ้มด้วยฉนวน เช่นเดียวกับท่อสารทำความเย็นด้านก๊าซเย็นกลับ หนาไม่น้อยกว่า 12 มม.
- การติดตั้งท่อสารทำความเย็น จะต้องเดินให้ขนานหรือได้ฉากกับตัวอาคาร หรือตามแนวในแบบ ในส่วนที่ผ่านคาน กำแพง หรือพื้น จะต้องมีการวางปลอก (SLEEVE) ถ้าปลอกติดตั้งในส่วนที่ติดกับด้านนอกของอาคาร จะต้องอุดช่องว่างระหว่างท่อสารทำความเย็นและปลอกด้วยวัสดุขุยง หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่า พร้อมทั้งตกแต่งอย่างเรียบร้อย และท่อสารทำความเย็นต้องยึดอยู่กับอุปกรณ์รองรับอย่างมั่นคง ท่อสารทำความเย็นด้านก๊าซเย็นกลับจะต้องสามารถให้น้ำมันหล่อลื่นกลับไปที่คอมเพรสเซอร์ได้สะดวกในทุกภาวะของการทำงาน โดยไม่ต้องติดตั้ง OIL TRAP ท่อสารทำความเย็นต้องมีขนาดพอเหมาะคือ ให้ค่าความดันตกในท่อไม่เกินกว่าค่าที่ทำให้อุณหภูมิควบแน่นเปลี่ยนไปเกินกว่า 1-2 °C หรือมีขนาดตามที่กำหนดในแบบ
- ท่อสารทำความเย็นทั้งหมด จะต้องติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์รองรับ (SUPPORT, HANGER) โดยใช้ประกบกับเหล็กอาบสังกะสี หรืออลูมิเนียมรีดตัวท่อเข้ากับอุปกรณ์รองรับอย่างมั่นคงทุกระยะไม่เกิน 1.5 เมตร สำหรับท่อสารทำความเย็นเหลว (LIQUID LINE) หรือ ท่อสารก๊าซอัดร้อน (DISCHARGE LINE) นั้น จะต้องมียุขยงหรือเทียบเท่าคั่นกลางไว้บริเวณที่รองรับ เพื่อป้องกันไม่ให้ท่อทองแดงสัมผัสกับอุปกรณ์รองรับโดยตรง สำหรับท่อสารทำความเย็นด้านก๊าซเย็นกลับซึ่งหุ้มฉนวน ณ จุดที่วางบนอุปกรณ์รองรับ (SUPPORT, HANGER) ต้องป้องกันไม่ให้น้ำหนักท่อกดทับฉนวน ณ จุดรองรับจนเสียหาย โดยอาจใช้ฉนวนชนิดแข็ง ณ จุดนั้น หรือวิธีอื่น ที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ แล้วใช้ท่อ พี.วี.ซี. ผ่าครึ่งตามยาว หรือแผ่นเหล็ก อาบสังกะสีไม่บางกว่าเบอร์ 22 B.W.G. ยาวไม่น้อยกว่า 20 ซม.ประกบ หรือหุ้มโดยรอบ
- ภายหลังการเชื่อมระบบท่อสารทำความเย็นแล้ว ให้ทำการทดสอบหารอยรั่วด้วยก๊าซไนโตรเจนที่มีความดันไม่ต่ำกว่า 28 กก./ชม.<sup>2</sup> เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชม. โดยที่ความดันอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป (0.1 °C / 1 กก./ชม.<sup>2</sup>) แล้วจึงทำการดูความชื้นออก และทำให้เป็นสุญญากาศ ด้วยปั๊มดูดสุญญากาศ (VACUUM PUMP) จนมีความดันประมาณ 2.1 กก./ชม.<sup>2</sup> อย่างน้อย 1 ชั่วโมง แล้วจึงเติมสารทำความเย็นเพิ่ม

#### 17.4 VARIABLE REFRIGERANT VOLUME (VRF)

- ให้มีชุด CENTRALIZED CONTROL SYSTEM แบบ LED TOUCH SCREEN หรือเทียบเท่า ในห้อง OPERATING ROOM โดยให้ติดตั้งอุปกรณ์ INTERFACED ทั้งหมด GATEWAY, หรืออุปกรณ์ที่จำเป็นทั้งหมดสายส่งสัญญาณไปยังระบบ BAS ของระบบไฟฟ้าเพื่อต่อเชื่อมส่งข้อมูลให้กับระบบ BAS ได้อย่างสมบูรณ์

#### 17.5 การป้องกันการผุกร่อน

คอนเดนซิ่งยูนิต (Condensing Unit) ให้เป็นชนิดที่เคลือบกันไอทะเล, ป้องกันสนิมทั้ง Casing, Coi และ Fin

#### 17.6 อายุการใช้งาน

อายุการใช้งานของอุปกรณ์จะต้องเป็นรุ่นที่มีอายุการใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 10 ปี และมีการรับประกันคอมเพรสเซอร์ (Compressor) อย่างน้อย 5 ปี นับจากวันที่เริ่มใช้งาน

#### 17.7 ประสิทธิภาพ Co-Efficient of Performance (COP)

ระบบ VRF ที่เสนอจะต้องมีค่า COP ไม่น้อยกว่า 3.40

### 18 ระบบจัดการเครื่องทำน้ำเย็นโดยอัตโนมัติ (Chiller Plant Manager, CPM)

#### 18.1 บททั่วไป

- ก. ให้ผู้รับจ้าง เป็นผู้รับผิดชอบในการจัดหา ติดตั้ง ประสานงานกับผู้เกี่ยวข้องต่างๆ ทดสอบการใช้งาน ผูกอบรม และบำรุงรักษา ระบบจัดการเครื่องทำน้ำเย็นโดยอัตโนมัติ ซึ่งต่อไปนี้เรียกว่า CPM ให้ทำงานได้อย่างสมบูรณ์ทั้งระบบปรับอากาศตั้งแต่เครื่องทำน้ำเย็น เครื่องสูบน้ำเย็น เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น หอผึ่งน้ำ เครื่องส่งลมเย็น เครื่องจ่ายลมเย็น และอุปกรณ์อื่นๆ ที่กำหนด โดยอุปกรณ์ดังกล่าว จะต้องสามารถทำงานร่วมกัน และทำงานอย่างเหมาะสมกับภาวะการปรับอากาศที่ต้องการ
- ข. ระบบ CPM ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ห่อเดียวกับที่บริษัทผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็นในโครงการ หรือพัฒนา และรับรองให้ใช้ได้โดยบริษัทผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็น โดยมีเอกสารยืนยันรับรองจากบริษัทผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็นรวมทั้งจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ล่าสุด ใช้ระบบ Direct Digital Control (DDC) สามารถติดต่อสื่อสาร และรับส่งข้อมูล เพื่อให้ระบบปรับอากาศสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม่นยำในการควบคุม สนองตอบได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง มีความยืดหยุ่น และรองรับต่อการขยายตัวในอนาคต สามารถแสดงผลและวิเคราะห์การทำงานของระบบปรับอากาศได้เป็นอย่างดี
- ค. ระบบ CPM จะต้องออกแบบ และเลือกอุปกรณ์ที่ต้องติดต่อสื่อสารโดยใช้ Protocol เปิด (Open Protocol) ได้แก่ LonTalkTM หรือ BACNET เป็นต้น เพื่อให้สามารถใช้งานได้ตีร่วมกับอุปกรณ์ควบคุมยี่ห้อต่างๆ นอกจากนี้สายสัญญาณ (Field Wiring) จะต้องได้มาตรฐาน สื่อสารได้รวดเร็ว และถูกต้อง

#### 18.2 ความต้องการและการเสนอแบบและรายละเอียดต่อผู้ว่าจ้างและตัวแทนของผู้ว่าจ้าง

- ก. ผู้รับจ้างที่รับผิดชอบในงานระบบ CPM จะต้องเคยผ่านงานติดตั้งและออกแบบระบบควบคุมอาคารโดยอัตโนมัติมาก่อน อย่างน้อยไม่ต่ำกว่า 2โครงการ และระบบควบคุมอาคารโดยอัตโนมัติของอาคารนั้น จะต้องสามารถใช้งานได้ดี

- ข. ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบและรายละเอียดของอุปกรณ์ทั้งหมดให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง ตรวจสอบและอนุมัติก่อนดำเนินการจัดหาและติดตั้งระบบ CPM โดยให้ระบุอย่างละเอียดและชัดเจนว่า อุปกรณ์และระบบที่เสนอสอดคล้องและถูกต้องตามข้อกำหนด (Comply) หรือเทียบเท่า (Equivalent) หรือดีกว่า (Exceed)

### 18.3 งานจัดหาและเกี่ยวข้องกับผู้รับเหมารายอื่น ๆ

ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบแบบและรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบ CPM ทั้งที่ปรากฏในแบบและรายละเอียดนี้ และที่เกี่ยวข้องกับผู้รับเหมารายอื่นๆ ที่ต้องจัดเตรียมไว้ให้ เพื่อให้ระบบ CPM ทำงานได้อย่างสมบูรณ์ อาทิเช่น การจัดเตรียม Control Valve Actuator Temperature Sensor และ Dry Contact เป็นต้น รวมทั้งจะต้องประสานงานกับผู้รับเหมารายอื่น ๆ ที่จัดเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ ดังกล่าว หากผู้รับจ้างตรวจสอบพบว่าอุปกรณ์ที่จัดเตรียมโดยผู้รับเหมารายอื่นไม่ถูกต้อง และหรือไม่สอดคล้องกับระบบ CPM และหรือไม่ครบถ้วนผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้าง และหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างทราบเป็นลายลักษณ์อักษร ตั้งแต่การเสนอราคา มิฉะนั้น อุปกรณ์ดังกล่าวและการจัดทำเพื่อให้ระบบ CPM ทำงานได้อย่างสมบูรณ์ จะอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

### 18.4 สายไฟฟ้าและท่อร้อยสายไฟ

- ก. หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งระบบไฟฟ้าสำหรับระบบ CPM ตามข้อกำหนดทางเทคนิคของหมวดไฟฟ้า และหรือมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
- ข. สายสัญญาณสื่อสารให้เป็นแบบ Twisted pair shield มีขนาดตามที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด หรือไม่ต่ำกว่า 1.5 ตร.มม. Shield จะต้องต่อลงดินกับระบบลงดินของระบบสื่อสารและเป็นผลิตภัณฑ์ของ BELDEN หรือ AMP.
- ค. สายไฟควบคุมสำหรับการควบคุมแบบ Digital และ Analog ให้มีจำนวนสายและแบบตามที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด หรือขนาดสายไม่ต่ำกว่า 1.5 ตร.มม. มี หรือไม่มี Shield ตามที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด
- ง. สายสัญญาณให้มีจำนวนสายและแบบตาม que บริษัทผู้ผลิตกำหนดหรือขนาดสายไม่ต่ำกว่า 1.5 ตร.มม. มี หรือไม่มี Shield ตามที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด
- จ. สายไฟฟ้าที่ใช้ในการติดตั้งระบบ CPM ทั้งหมด จะต้องจัดทำรหัสสาย (Label) และจัดทำ Wiring Diagram ประกอบการจัดทำทั้งหมด

### 18.5 การทดสอบการทำงานและเอกสารเพื่อใช้ในการส่งมอบงาน

- ก. ผู้รับจ้างจะต้องทดสอบการทำงานของระบบ CPM ไม่น้อยกว่า 7 วันติดต่อกัน เว้นแต่จะได้รับพิจารณาเทียบเท่าจากผู้ว่าจ้างและหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง ทั้งนี้เพื่อให้มั่นใจระบบ CPM สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ โดยระบบ CPM ให้ทดสอบตามจำนวนชั่วโมงที่ใช้งานตามปกติ

ของโครงการ ทั้งนี้ผู้ว่าจ้างและหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง สงวนสิทธิ์ในการเข้าร่วมตรวจสอบในฐานะพยาน เมื่อตรวจสอบการทำงานดังกล่าวเสร็จสิ้นแล้ว ให้บันทึกผลการทำงานของระบบโดยละเอียด เพื่อส่งให้ผู้ว่าจ้างและหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างตรวจสอบและตรวจรับมอบงานต่อไป

- ข. เอกสารประกอบการตรวจรับมอบงานของผู้รับจ้างให้มีรายละเอียดไม่น้อยกว่าเอกสารที่ระบุไว้ดังต่อไปนี้
- แบบพิมพ์เขียวแสดงรายละเอียดของระบบ CPM โดยใช้ Software Autocad ในการเขียนแบบ ทั้งระบบพร้อม CD ROM ของแบบดังกล่าว
  - รายละเอียดของอุปกรณ์ควบคุมทั้งหมดของระบบ CPM ข้อมูลทางเทคนิค ตัวแทนจำหน่าย ชื่อผู้ติดต่อ เบอร์โทรศัพท์ โทรสาร e-mail address
  - รายงานผลการทำงานของระบบ CPM และอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามข้อ ก. ข้างต้น
  - Wiring Diagram พร้อม Label ต่างๆ ของระบบ CPM
  - คู่มือการใช้งาน แต่ละขั้นตอน ทีละขั้นตอน ทั้งการทำงานของระบบและการบำรุงรักษา คู่มือการใช้งานจะต้องจัดให้มีสารบัญ แยกเรื่องเป็นหมวดหมู่ พร้อมดัชนีท้ายเล่ม จัดเก็บเป็น CD
  - แผ่น CD ของ Application Program ต่าง ๆ ที่ใช้งานในระบบ CPM
  - คู่มือการใช้ Software Program
  - อื่นๆ ที่ผู้ว่าจ้าง และหรือ ตัวแทนของผู้ว่าจ้างระบุ

## 18.6 การฝึกอบรม

- ก. ผู้รับจ้างจะต้องฝึกอบรมช่างควบคุม หรือเจ้าหน้าที่ที่ผู้ว่าจ้างและหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างมอบหมาย โดยจะต้องมีเนื้อหาครอบคลุมลักษณะของระบบ การใช้งานของระบบ การบำรุงรักษา และการแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น ผู้เข้าอบรมจะต้องทำแบบทดสอบที่จัดเตรียมโดยผู้รับจ้างในจำนวนข้อทดสอบและเวลาทดสอบที่เหมาะสม และผู้รับจ้างจะต้องส่งผลทดสอบดังกล่าวให้ผู้ว่าจ้างและหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง
- ข. เอกสารฝึกอบรมให้จัดเตรียมไว้อย่างน้อย 4 ชุดเป็นรูปเล่มพร้อมแผ่น CD VCD และ CD ROM
- ค. หัวข้อของการฝึกอบรม จะต้องครอบคลุมเนื้อหาไม่น้อยกว่าดังต่อไปนี้

- ลักษณะของระบบ
- การใช้งานของระบบ
- การ Program และบันทึกผล
- การตรวจสอบและวิเคราะห์ผล
- การแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นจากการใช้งาน
- รายละเอียดของสัญญาณเตือนที่เกิดขึ้นจากระบบ
- การปรับแต่งระบบ
- การบำรุงรักษาตามระยะเวลาต่างๆ

## 18.7 การรับประกันและการให้บริการหลังการติดตั้ง

- ก. ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันผลงานการติดตั้งระบบ CPM ไม่น้อยกว่า 2 ปี นับจากวันตรวจรับมอบงานระบบ CPM
- ข. ในระยะเวลา 2 ปีของการรับประกัน ผู้รับจ้างจะต้องเข้ามาทดสอบและดูแลรักษาระบบอย่างน้อย 2 เดือนต่อ 1 ครั้ง พร้อมทั้งจัดทำรายงานผลการตรวจสอบให้ผู้ว่าจ้างและหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง
- ค. ในระยะเวลา 2 ปีของการรับประกัน ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการเปลี่ยนชิ้นส่วน อะไหล่ และอุปกรณ์ที่หมดอายุการใช้งาน และหรือชำรุดจากการใช้งานตามปกติ
- ง. ผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับปรุงและ UPDATE ระบบ และ Software ของระบบ CPM เพื่อให้ระบบ CPM ทนสม้ย่อยู่เสมอ โดยจะต้องเสนอรายละเอียดและค่าใช้จ่าย (ถ้ามี) ให้ผู้ว่าจ้างและหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนดำเนินการ
- จ. ผู้รับจ้างจะต้องจัดให้มีเจ้าหน้าที่ของแผนกบริการที่สามารถติดต่อได้ในชั่วโมงทำงานและชั่วโมงฉุกเฉิน หลังเวลาทำงาน เพื่อให้ผู้ว่าจ้างและหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างติดต่อและประสานงานได้

## 18.8 คุณสมบัติของ Hardware

- ก. อุปกรณ์ประมวลผลกลาง (Central Processing Devices) อุปกรณ์ประมวลผลกลาง ให้เป็น PC Computer ปฏิบัติการ (OS) แบบ WINDOWS VERSION ล่าสุด ให้จัดหาพร้อมโปรแกรมลิขสิทธิ์ต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ภายในอุปกรณ์ประมวลผลกลาง คอมพิวเตอร์ที่ใช้ต้องเป็นของ IBM, HP, DELL และต้องมีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้
  - Processor: Intel Core i7 หรือที่ดีกว่า
  - Random-Access Memory (RAM): 16 GB. minimum
  - Graphics: Intel x 4600 or better, suitable with CPM and Soft ware
  - Monitor: 24 inches, LED, high resolutions, control of contrast, brightness, etc
  - Keyboard: 101/102 key with Thai input
  - USB Drive x 3
  - Hard-Disk Drive: 1 TB., minimum
  - DVD 2 Drive
  - Mouse: 2 button withwheel
  - Operating System: Microsoft Windows 8 or later
  - Color, Laser type
  - Dot-matrix Printer 14x13 quality or better print character of an Alarm Message

#### ข. Electronic Field Panel

Electronic Field Panel ให้มีรายละเอียดทางเทคนิคไม่น้อยกว่าดังนี้

- RS 485 PORT และ RS 232 PORT จำนวนเพียงพอตามต้องการ
- KEYPAD และจอแสดงผลสำหรับป้อนข้อมูล
- Application Program บันทึกอยู่ภายในหน่วยความจำ (RAM) โดยมีแบตเตอรี่จ่ายไฟสำรอง
- แบตเตอรี่สำรองเพื่อจ่ายไฟฉุกเฉินให้กับ RAM และ Real Time Clock โดยจะต้องสามารถเก็บข้อมูลได้ไม่น้อยกว่า 3 เดือนด้วยแบตเตอรี่สำรอง
- Relay พร้อม Timer สำหรับควบคุมระบบประมวลผล
- Automatic Reboot เพื่อเริ่มใช้งานใหม่ภายหลังระบบจ่ายไฟทำงานปกติ
- Universal Input สำหรับสัญญาณ 0-10VDC และ 4-20 mA Resistance, Thermistor หรือ Binary Input
- Universal Output, พิวส์ โดยเหมาะสำหรับสัญญาณทั้งแบบ Digital และ Analog

#### ค. Signal Controller

Signal Controller ให้มีจำนวนและตำแหน่งอย่างเหมาะสมกับอุปกรณ์ควบคุมที่ต่อรับสัญญาณ โดยให้รายละเอียดทางเทคนิคไม่น้อยกว่าดังต่อไปนี้

- RS 485 และ RS 232 PORT จำนวนเพียงพอตามความต้องการ
- ช่องสัญญาณเข้าสำหรับอุปกรณ์ Digital และ Analog
- ช่องสัญญาณออกสำหรับอุปกรณ์ Digital และ Analog
- Application Program บันทึกลงในหน่วยความจำถาวร (PROM)
- ใช้กับระบบไฟฟ้าแบบ 24 VAC

ง. แผงควบคุมการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น (CHILLER PLANT CONTROL PANEL) แผงควบคุมการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น จะต้องจัดหาและติดตั้งโดยบริษัทผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็นยี่ห้ออื่น ๆ โดยบริษัทผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็น จะต้องรับผิดชอบต่ออุปกรณ์ และ Application Program ที่ใช้ภายใน Control Panel การออกแบบจะต้องเป็น Micro Processor Based สามารถป้อนข้อมูลและแสดงผลการทำงานได้เป็นอย่างดี แผงควบคุมสามารถต่อรับสัญญาณเข้าและออกแบบ Digital และ Analog จาก 0-10 VDC และ 4-20 mA พร้อม Output Port และ Signal Port สำหรับสายสัญญาณ RS 232 เพื่อสื่อสารและติดต่อข้อมูลกับ PC COMPUTER และเครื่องพิมพ์ต่างๆ

### 18.9 ความต้องการของ Software Program

#### ก. ความต้องการทั่วไป

- มีระบบรักษาความปลอดภัย เพื่อป้องกันบุคคลที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องเข้ามาใช้งาน
- ใช้กับระบบปฏิบัติการ (OS) แบบ WINDOWS VERSION ล่าสุด
- แสดงผล ป้อนข้อมูล ใช้งาน และบันทึก เป็นแบบรูปภาพ (Graphic) เพื่อให้สะดวกและง่ายต่อการทำงาน

- มี Real Time Clock และ Calendar รวมทั้งสามารถตั้งเวลาการทำงานของระบบได้ตลอดปี
- มีระบบ Alarm แสดงความผิดปกติของการทำงานของระบบ แยกสีพร้อมบันทึกผลตามวันและเวลาที่ผิดปกติ
- สามารถต่อควบคุมการทำงานผ่าน Modem และอุปกรณ์สื่อสารอื่น ๆ ได้
- สามารถส่งและรับข้อมูลร่วมกับแผงควบคุมการทำงานเครื่องทำน้ำเย็นได้เป็นอย่างดี
- สามารถ UPGRADE PROGRAM VERSION ใหม่ได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานของข้อมูลและอุปกรณ์ต่างๆ

#### ข. Application Program

Application Program จะต้องควบคุมการทำงานให้ระบบปรับอากาศสามารถทำงานได้ไม่น้อยกว่าดังต่อไปนี้

- System Password
- Alarm Function and Diagnostic Function
- Maintenance Program
- Recording and Custom Report
- Preventive Maintenance Program
- System Scheduling and Calendar
- System Program เช่น Log, Optimum Start-Stop, Demand limiting, Duty Cycling, Optimum Chiller Sequencing Selection, Chilled Water Control, Cooling and Condenser Water Control
- Network Interface
- Automatic Restart
- Automatic Start of Standby Chiller
- และอื่น ๆ ที่กำหนด

### 18.10 Sensors and Transmitters

ผู้ประมูจะต้องจัดหา Sensor, Transmitters และ Relay ทั้งหมดที่จำเป็น รวมทั้งวัสดุอื่นๆ เช่น ท่อ, สายไฟ, ตู้ โดยมีข้อกำหนดดังนี้

- ก. Temperature Sensor: ต้องเป็นชนิด Thermistor, Platinum หรือ Balco, มี accuracy บวกหรือลบ 0.2 % ที่ calibration point
- ข. Humidity Sensor: ต้องเป็นชนิด Thin-film polymer capacitive, มี accuracy 3%, ให้ค่า Output ออกมาเป็น Linear และมีช่วงการวัดอยู่ที่ 0-100 %RH
- ค. Static-Pressure Transmitter: ต้องเป็นแบบ Nondirectional sensor, มีค่า accuracy 2% of full scale, ให้ค่า Output เป็น 4-20 mA และมีช่วงการทำงานอยู่ที่ 0 -5 Inch WC.

- ง. Filter Clog Sensor : ต้องเป็นแบบ Differential Pressure Switch โดยเลือกใช้ Normally Open Contact Output ซึ่งหน้าสัมผัสของสวิทช์จะต่อ เมื่อ Sensor ตรวจวัดค่าความดันตกคร่อม Filter ได้ สูงกว่าค่าที่ได้ตั้งไว้ ในช่วง 0-1000 Pa
  - จ. Air-Flow Status Sensor : ต้องเป็นแบบ Differential Pressure Switch โดยเลือกใช้ Normally Open Contact Output ซึ่งหน้าสัมผัสของสวิทช์จะต่อ เมื่อ Sensor ตรวจวัดค่าความดันตกคร่อมพัดลม ได้ สูงกว่าค่าที่ได้ตั้งไว้ ในช่วง 0-1000 Pa
  - ฉ. Air Velocity Sensor : ต้องเป็นชนิด Thin-film elements, มีค่า accuracy 2% ที่ 0-15 m/s ให้ค่า OUTPUT เป็น 4-20 mA
  - ช. Water Flow Status Sensor : ต้องเป็นแบบ Differential Pressure Switch, NEMA4 Enclosure Standard โดยเลือกใช้ Normally Open Contact Output ซึ่งหน้าสัมผัสของสวิทช์จะต่อ เมื่อ Sensor ตรวจวัดค่าความดันตกคร่อม pump ได้สูงกว่าค่าที่ได้ตั้งไว้ ในช่วง 0-250 Psi
- หมายเหตุ : - ข้อกำหนดนี้เป็นเพียงแนวทาง หากรายการ Sensor ของแต่ละผู้ผลิตไม่ตรงตามกำหนด สามารถยื่นเพื่อเทียบเท่าได้โดยวิศวกร ผู้ออกแบบเป็นผู้พิจารณา

## 18.11 ENERGY METER

Energy meter ใช้สำหรับวัดพลังงานความเย็นจาก ระบบ Chilled Water โดยอุปกรณ์ Energy meter นี้ประกอบด้วย Flow meter, Temperature Sensor และ Energy Calculator

### 1. Flow Meter

1.1 คุณสมบัติทั่วไป : เป็นเครื่องวัดอัตราการไหลของน้ำในเส้นท่อโดยการติดตั้งในลักษณะ In-line แบบหน้าแปลน

1.2 คุณสมบัติทางเทคนิค

Measuring Accuracy : ไม่เกิน +/- 0.5 % ของค่าที่อ่านได้ที่ความเร็วของน้ำในท่อ ตั้งแต่ 0.25 m/s ขึ้นไป

Repeatability : ไม่เกิน +/-0.2% ของค่าที่อ่านได้

อุณหภูมิของของไหล : 0 – 100 C  
(Temperature )

ความดัน Rated Pressure : PN 16 กรณี DIN flange , หรือ 300 Lbs กรณี ANSI flange

วัสดุ (material)

ตัวเรือนมาตรวัด( casing ) : Steel

Protection : IP 65 หรือดีกว่า



### ส่วนแสดงผล ( Electronic display unit)

Display	:	ในแบบตัวอักษร ไม่น้อยกว่า 2 x 8 หลัก LCD, พร้อมไฟส่องสว่าง
Display function	:	แสดงค่าได้ทั้ง Flow rate และ Total, สามารถเลือกให้แสดงผลในหน่วยมาตรฐาน ได้ เช่น mL /s, mL/min,L/s, L/min, L/hr, M3/min, M3/h, GPM,GPH
Security	:	สามารถตั้ง Password ได้ 4 หลัก เพื่อป้องกัน ไม่ให้ ผู้ไม่เกี่ยวข้อง ไปปรับเปลี่ยนค่าได้
Signal output	:	4 -20 mA analog output
Contact output	:	Dry-contact, Change-Over switch, 230 Vac / 2A ไม่น้อยกว่า 2 ชุด
Remote Display	:	สามารถแยกติดตั้งส่วนแสดงผลได้ใน Installation ระยะ ไม่น้อยกว่า 5 เมตรจากตัว มาตรวัด
วัสดุของส่วนแสดงผล	:	ตัวเรือนทำจาก powder-coated Aluminium
Power Supply	:	90 – 250 Vac

### 2. Temperature Sensor

2.1 คุณลักษณะทั่วไป	:	เป็น Temperature Sensorแบบ PT100 แบบ 3 wire ติดตั้งแบบ Screw-in ติดตั้งร่วมกับ Thermowells
2.2 คุณลักษณะทางเทคนิค		
Temperature Sensor	:	Pt-100, 3 wires
Working temperature	:	-20 to +150 C หรือ มากกว่า rang
ผ่านมาตรฐานรับรอง	:	IEC 751 Category B หรือ เทียบเท่า
วัสดุ ( Material)	:	Protecting tube (probe) และ Connection ทำจาก Stainless steel 1.4751 ( SS 316 )
ความยาว probe	:	จะต้องมีความยาวไม่น้อยกว่า ครึ่งหนึ่ง

	ของ ขนาดท่อที่ติดตั้ง
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง probe	: diameter 6 mm
หัวต่อสัญญาณ	: มาพร้อม connection head (connection box) และ Cable gland
Thermowells	: วัสดุ ทำจาก Stainless steel โดยมี ความยาวและเส้นผ่าศูนย์กลาง สัมพันธ์ กับ ความยาว probe

### 3. Energy Calculator

- 3.1 คุณสมบัติทั่วไป: เป็นอุปกรณ์รับสัญญาณจาก Flow meter, Temperature Sensor โดยมี Math functions เป็นตัวคำนวณค่าพลังงานความเย็นและมีจอ LED สามารถแสดงผลเป็นหน่วย BTU และสามารถสื่อสารกับระบบ BAS ของอาคารทาง RS485 (Modbus-RTU)
- 3.2 คุณสมบัติทางเทคนิค:
- Indication Accuracy: 0.1% 1Digit of full scale
  - Measuring input : 100ms per cycle sampling
  - Output signal : 4-20 m A
  - Applied standards : UL, CE Mark
  - Security : สามารถตั้ง Password ได้ 4 หลัก เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ไม่เกี่ยวข้องไปปรับเปลี่ยนค่าได้
  - Totallized data : สามารถเก็บข้อมูลได้ทุก30วินาที Backup ลงใน EEPROM (No battery equipped)
  - อุณหภูมิแวดล้อม : 5...50 °C
  - ขณะใช้งาน (Ambient temp.)
  - ระดับการป้องกัน : IP54 (Enclosure)

## 19. รายละเอียดข้อกำหนดสำหรับระบบทำความสะอาดท่อคอนเดนเซอร์แบบอัตโนมัติ

(Specifications of Automatic Condenser Tube Cleaning System)

### 19.1 ข้อกำหนดทั่วไป

- ก. ระบบทำความสะอาดท่อคอนเดนเซอร์แบบอัตโนมัติต้องเป็นชนิดที่ทำความสะอาดด้วยลูกบอลแบบอัตโนมัติ สามารถทำความสะอาดและป้องกันการเกิดคราบสกปรกซึ่งได้แก่ คราบตะกรัน เมือก ฟูน โคลอน คราบสารเคมี และตะไคร่น้ำ บนผิวท่อด้านในของคอนเดนเซอร์ได้อย่างสม่ำเสมอในขณะที่เครื่องทำน้ำเย็นยังทำงานอยู่โดยไม่ต้องหยุดเครื่องทำน้ำเย็น เพื่อให้เครื่องทำน้ำเย็นมีการระบายความร้อนที่ดี มีประสิทธิภาพในการทำงานสูง และประหยัดพลังงาน
- ข. ระบบทำความสะอาดท่อคอนเดนเซอร์แบบอัตโนมัติและอุปกรณ์ประกอบต้องเป็นของใหม่ซึ่งไม่เคยใช้งานมาก่อน เป็นอุปกรณ์ที่ได้รับการยอมรับในการใช้งานอย่างกว้างขวาง และมีผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายอย่างถาวรในประเทศไทย
- ค. ระบบทำความสะอาดท่อคอนเดนเซอร์แบบอัตโนมัติต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมขณะใช้งาน และค่าบำรุงรักษาตลอดอายุการใช้งานต่ำ โดยผู้รับจ้างหรือผู้ขายจะต้องทำการแสดงข้อมูลในส่วนนี้ประกอบการพิจารณาด้วย

### 19.2 คุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์

โครงสร้างของระบบทำความสะอาดท่อคอนเดนเซอร์แบบอัตโนมัติต้องประกอบด้วย

- ก. เครื่องส่งลูกบอล (Ball Injector) ต้องติดตั้งเข้ากับท่อน้ำทางด้านขาเข้าของคอนเดนเซอร์ ทำหน้าที่ในการส่งและกระจายลูกบอลด้วยแรงดันเข้าสู่ระบบเพื่อทำความสะอาดผิวท่อคอนเดนเซอร์ในรอบการทำงาน ตามระยะเวลาและจำนวนลูกบอลที่กำหนดไว้
- ข. เครื่องดักจับลูกบอล (Ball Trap) ตัวเรือนต้องทำจากวัสดุที่ทนทานต่อการกัดกร่อนของน้ำหรือของเหลวในคอนเดนเซอร์และสนิม มีตะแกรงหรือหวีดักลูกบอล (Screen) ซึ่งทำจากวัสดุที่ทนทานต่ออุณหภูมิและการกัดกร่อนได้ดี และไม่ทำให้เกิดการสูญเสียความดัน (Pressure Drop) อันจะส่งผลต่อการทำงานของระบบ นอกจากนี้จะต้องสามารถถอดออกเพื่อตรวจสอบและทำความสะอาดสิ่งสกปรกภายในได้อย่างสะดวก
- ค. ถังเก็บลูกบอล (Ball Collector) ต้องมีกระจก (Sight Glass) สำหรับใช้ตรวจสอบสภาพการทำงาน of ลูกบอลในถังเก็บ และต้องมีฝาเปิดสำหรับใช้ตรวจสอบและเปลี่ยนลูกบอลได้โดยสะดวก ตัวเรือนทำด้วยวัสดุที่ทนทานต่อการกัดกร่อนของน้ำหรือของเหลวในคอนเดนเซอร์และสนิม รวมไปถึงต้องมีระบบสำหรับล้างลูกบอลและแยกสิ่งสกปรกออกจากลูกบอลหลังจากผ่านการทำความสะอาดผิวท่อมาแล้วในแต่ละรอบการทำงาน และต้องมีวาล์วสำหรับระบายสิ่งสกปรกที่เกิดจากการล้างทำความสะอาดลูกบอลทิ้งสู่ภายนอกเพื่อป้องกันการไหลกลับเข้าสู่ระบบเดิม
- ง. อุปกรณ์หรือระบบที่ใช้สำหรับสร้างแรงดันในการส่งบอลเข้าท่อคอนเดนเซอร์

- จ. ลูกบอลสำหรับทำความสะอาดผิวท่อคอนเดนเซอร์ (Sponge Rubber Ball) ต้องผลิตจากฟองน้ำหรือวัสดุอื่น ๆ ที่มีความยืดหยุ่น เช่น ยาง มีผิวหยาบและสามารถทำความสะอาดผิวท่อได้ดี ไม่ทำปฏิกิริยาและเป็นอันตรายต่อท่อ ทนการเสียดสี, อุณหภูมิ และการกัดกร่อนได้เป็นอย่างดี มีค่าความถ่วงจำเพาะในขณะที่เปียกใกล้เคียงกับน้ำหรือของเหลวที่อยู่ในระบบน้ำหล่อเย็น ลูกบอลต้องมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกใหญ่กว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในท่อคอนเดนเซอร์เล็กน้อยเพียงพอที่จะสามารถทำความสะอาดผิวท่อได้ดีโดยไม่ทำให้เกิดการติดขัดหรืออุดตันของลูกบอลภายในท่อคอนเดนเซอร์
- ฉ. ตู้ควบคุมและอุปกรณ์ประกอบ (Control Panel and Accessories) ต้องเป็นแบบ Wall Mount Control Panel ที่มีขนาดการใช้งานเหมาะสมตามที่ผู้ผลิตออกแบบ สามารถควบคุมการทำงานในการส่งลูกบอลเข้าสู่ระบบทำความสะอาด ในจำนวนลูกบอลและระยะเวลาที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง แม่นยำด้วยระบบอัตโนมัติ ส่วนประกอบหลักของตู้ควบคุมควรประกอบด้วยอุปกรณ์เป็นอย่างน้อย ดังนี้
- Main Circuit Breaker
  - Programmable Logic Controller (PLC)
  - Pilot Lamp
  - Mimic Diagram
- ช. อุปกรณ์สำหรับทำหน้าที่ในการล้างลูกบอลและแยกสิ่งสกปรกออกจากลูกบอลหลังจากผ่านการทำความสะอาดผิวท่อมาแล้วในแต่ละรอบการทำงาน โดยอุปกรณ์ดังกล่าว จะต้องมียาล์วสำหรับระบายสิ่งสกปรกที่เกิดจากการล้างทำความสะอาดลูกบอลทิ้งสู่ภายนอกเพื่อป้องกันการไหลกลับเข้าสู่ระบบเดิม
- ซ. ระบบหรืออุปกรณ์ที่ป้องกันการลัดวงจร (Shot Circuit) ของน้ำหล่อเย็นที่ออกจากคอนเดนเซอร์ซึ่งมีอุณหภูมิสูงกลับเข้ามาผสมกับน้ำหล่อเย็นที่เข้าคอนเดนเซอร์ในขั้นตอนการดึงลูกบอลกลับมายังถังเก็บลูกบอล เพื่อรักษาประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น

## 20. ระบบไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศ และระบายอากาศ

### 20.1 ขอบเขตงาน

- 20.1.1 ผู้รับจ้างระบบปรับอากาศจะต้องจัดเตรียมแผงไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ, อุปกรณ์ตัดตอนและควบคุมไฟฟ้าของระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ท่อร้อยสายไฟ สายไฟ แผงไฟฟ้าควบคุม และอื่นๆ สำหรับอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศและระบายอากาศให้ครบถ้วนตามแบบและข้อกำหนด
- 20.1.2 แผงไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ แผงไฟฟ้าควบคุมของเครื่องปรับอากาศและ ระบายอากาศแต่ละเครื่อง ให้ติดตั้งภายในห้องเครื่องหรือที่ระบุในแบบ

- 20.1.3 ผู้รับจ้างระบบไฟฟ้าได้จัดเตรียมสายไฟฟ้า และท่อร้อยสายไฟหลัก (MAIN FEEDER) สำหรับเครื่องปรับอากาศและพัดลมระบายอากาศไว้ตามตำแหน่งในแบบ ผู้รับจ้างระบบปรับอากาศจะต้องจัดเตรียมและติดตั้งแผงไฟฟ้าควบคุมของอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ เช่น ชุด A/C SWITCH BOARD สายไฟฟ้า และท่อร้อยสายไฟฟ้าต่อจากผู้รับจ้างระบบไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศและระบายอากาศ, ระบบควบคุม และอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็น
- 20.1.4 เครื่องปรับอากาศที่มีขนาดทำความเย็นเกินกว่า 60,000 BTU/HR จะต้องจัดให้มีแผงไฟฟ้าควบคุม

## 20.2 แผงไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ (A/C SWITCH BOARD)

- 20.2.1 เป็นตู้ซึ่งสามารถผลิตและประกอบขึ้นภายในประเทศ แผ่นเหล็กที่ใช้ประกอบเป็นตัวตู้ต้องเป็นแบบ STEEL SHEET ความหนาของแผ่นเหล็กไม่น้อยกว่า 1.6 มม. โดยพ่นสีป้องกันสนิมก่อนหนึ่งชั้นแล้วจึงพ่นสีทับภายนอกอีกสองชั้น ด้วยสีงาช้าง
- 20.2.2 ลักษณะโครงสร้างของตู้ให้ใช้หลักปฏิบัติตามมาตรฐานของ NEMA และ NEC เป็นมาตรฐานในการประกอบ
- 20.2.3 อุปกรณ์ทุกชิ้นที่ใช้สำหรับตู้จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานของ NEMA, UL และ IEC
- 20.2.4 BUS BAR จะต้องประกอบและยึดให้แข็งแรงมีขนาด DIMENSION ของ BUS BARS ไม่เล็กกว่า 1,000 AMPACITY ต่อพื้นที่หน้าตัดของทองแดงหนึ่งตารางนิ้ว มี AMPACITY ไม่น้อยกว่า 125% ของค่ากระแส FULL LOAD ทั้งหมด ห้ามมิให้ลดขนาดช่วงใดช่วงหนึ่งตลอดความยาวของ MAIN BUS BAR
- 20.2.5 CIRCUIT BREAKER ให้ใช้ MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER รุ่น ROTARY และมี HANDLE LOCK ซึ่งสามารถ LOCK ด้วยกุญแจได้
- 20.2.6 ขนาด INTERRUPTING RATING ของ CIRCUIT BREAKER ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบระบบไฟฟ้า
- 20.2.7 แผงไฟฟ้าควบคุมของอุปกรณ์ประกอบด้วย STARTER พร้อม OVERLOAD, PUSH BUTTON ON และ OFF, PILOT LAMP และอื่นๆ ตามรายละเอียดที่มีระบุไว้ในแบบ
- 20.2.8 ให้มีป้ายชื่อแสดงหมายเลขของอุปกรณ์ และหมายเลขของแผงควบคุมที่แผงไฟฟ้า

## 20.3 แผงไฟฟ้าควบคุมของระบบปรับอากาศ (A/C CONTROL SWITCH BOARD)

- 20.3.1 เป็นตู้ซึ่งสามารถผลิตและประกอบขึ้นภายในประเทศใช้แผ่นเหล็กแบบ STEEL SHEET ความหนาของแผ่นเหล็กไม่น้อยกว่า 1.6 มม. ขึ้นไปพ่นสีกันสนิมหนึ่งชั้นก่อนพ่นสีทับภายนอกอีกสองชั้นด้วยสีงาช้าง
- 20.3.2 ลักษณะโครงสร้างของตู้ ให้ถือหลักปฏิบัติตามมาตรฐาน NEMA และ NEC เป็นมาตรฐานในการประกอบรายละเอียด ให้ดูตู้ MDB ระบบไฟฟ้า

- 20.3.3 อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานของ NEMA, UL และ ASA
- 20.3.4 แผงไฟฟ้าควบคุมของเครื่องปรับอากาศประกอบด้วย STARTER พร้อม OVERLOAD, PUSH BUTTON ON และ OFF, PILOT LAMP และอื่นๆ ตามรายละเอียดที่มีระบุไว้ในแบบ
- 20.3.5 ให้มีป้ายชื่อแสดงหมายเลขของเครื่องปรับอากาศและระบายอากาศแต่ละชุดที่แผงไฟฟ้าควบคุม

#### 20.4 REMOTE ON/OFF CONTROL PANEL

- 20.4.1 เป็นตู้ซึ่งสามารถผลิตและประกอบขึ้นภายในประเทศ ใช้แผ่นเหล็กแบบ STEEL SHEET ความหนาของแผ่นเหล็กไม่น้อยกว่า 1.2-1.6 มม. (ตามเหมาะสม) ขึ้นไปพ่นสีกันสนิมหนึ่งชั้น ก่อนพ่นสีทับภายนอกอีกสองชั้นด้วยสีข้างติดตั้งที่ CONTROL ROOM ชั้น 3 หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ
- 20.4.2 ลักษณะโครงสร้างของตู้ให้ยึดถือหลักปฏิบัติตามมาตรฐาน NEMA และ IEC เป็นมาตรฐานในการประกอบ
- 20.4.3 อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานของ NEMA, UL หรือ IEC
- 20.4.4 REMOTE CONTROL PANEL ให้ประกอบด้วย PUSH BUTTON ON และ OFF, PILOT LAMP และป้ายชื่อแสดงหมายเลขของเครื่องปรับอากาศแต่ละชุดและอื่นๆ ตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบ
- 20.4.5 อุปกรณ์ที่ต้องการให้จัดทำการ REMOTE คือ หอผึ่งน้ำ, เครื่องสูบล้อเย็น, เครื่องสูบน้ำเย็น, เครื่องส่งลมเย็นทุกชุด, พัดลมระบายอากาศ, ชุดที่มีแผงไฟฟ้าควบคุม และอื่นๆ ที่กำหนดในแบบ สำหรับเครื่องทำน้ำเย็นให้ทำการ REMOTE เฉพาะ PILOT LAMP
- 20.4.6 REMOTE TEMPERATURE ของเครื่องทำน้ำเย็นที่ CHILLED WATER SUPPLY HEADER และ CHILLED WATER RETURN HEADER และที่อื่น ๆ ที่ติดตั้ง REMOTE TEMPERATURE
- 20.4.7 REMOTE FLOW METER ตามท่อแยกแต่ละ RISER ตามที่ระบุในแบบ

#### 20.5 SUPERVISORY FOR AIR CONDITIONING AND VENTILATION SYSTEM

- 20.5.1 ให้ประสานงานกับระบบ BAS ในการแสดงผลที่จอ LCD 42” สำหรับ CHILLER PLANT, ระบบปรับอากาศ และระบบระบายอากาศโดยสามารถทำ SEQUENCE หรือเลือกดูได้ดังนี้
  - ก. แสดงเป็น FLOOR PLAN และไดอะแกรมในแปลนจะแสดงการทำงานของอุปกรณ์ และค่าต่างๆ ที่จำเป็น เช่น สถานะวาล์วอุณหภูมิ สำหรับอุปกรณ์ : เครื่องทำน้ำเย็น , เครื่องสูบน้ำเย็น, เครื่องสูบน้ำล้อเย็น, COOLING TOWER, FAN COIL UNIT และ AIR HANDLING UNIT ทุกชุด, พัดลมระบายอากาศ
  - ข. เดินสายที่เกี่ยวข้องไปยังระบบ BAS เพื่อให้ระบบ BAS สามารถ DISPLAY ได้ตามความต้องการในข้อ ก.

## 20.6 ระบบ 2-WIRE REMOTE & SUPERVISORY

ให้ผู้รับจ้างเสนอระบบ 2-WIRE REMOTE ON/OFF และ 2-WIRE SUPERVISORY สำหรับข้อ 20.4 และ 20.5 โดยใช้ระบบ MULTIPLEX และมีอุปกรณ์ไม่น้อยกว่าดังนี้

1. LED 42" สำหรับ A/C SUPERVISORY 2 จอ
2. เครื่อง COMPUTER เพื่อการ OPERATED REMOTE ON/OFF
3. PRINTER เพื่อพิมพ์แสดงสถานการณ์ทำงาน

## 21. มอเตอร์ (MOTOR)

### 21.1 ทั่วไป (GENERAL)

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งมอเตอร์ทุกตัวที่ใช้กับระบบปรับอากาศ และระบายอากาศตามที่กำหนดในแบบ มอเตอร์จะต้องเป็นชนิดใช้งานตลอดเวลา (CONTINUOUS DUTY) ที่ FULL LOAD ได้ ขณะที่ใช้งานอุณหภูมิของมอเตอร์จะสูงขึ้น (TEMPERATURE RISE) ไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส และจะต้องสามารถใช้งาน 50% OVERLOAD ได้ชั่วคราว โดยมอเตอร์ ไม่ OVERHEAT และไม่ทำให้เกิดความเสียหายมอเตอร์ ขนาดตั้งแต่ 0.75 Hp. ขึ้นไป จะต้องเป็นแบบ 3PHASE, 380V., 50HZ เว้นระบุให้เป็นอย่างอื่น มอเตอร์ ขนาดเล็กกว่า 0.75 Hp. ลงมาจะต้องเป็นแบบ 1 PHASE, 220V, 50HZ เว้นระบุให้เป็นอย่างอื่น มอเตอร์ ที่ใช้งานในระบบปรับอากาศและระบายอากาศจะต้องได้รับการสมดุอย่างดี เพื่อไม่ให้เกิดเสียงดังขณะใช้งาน ความดังของเสียงและความสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นเกินกว่าระดับที่วิศวกรหรือผู้ควบคุมงานยอมรับได้ จะต้องได้รับการแก้ไขจนเป็นที่ยอมรับได้ โดยค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกิดขึ้นผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบทั้งหมด

### 21.2 MOTOR STARTER AND OVERLOAD PROTECTION

- 21.2.1 MOTOR ทุกตัวจะต้องประกอบด้วย COMBINATION MAGNETIC STARTER WITH CIRCUIT BREAKER
- 21.2.2 OVERLOAD PROTECTION ที่ใช้ต้องมีขนาดไม่เกิน 115-125% ของ FULL LOAD CURRENT ของ MOTOR นั้นๆ หรือที่โรงงานผู้ผลิตแนะนำ
- 21.2.3 MOTOR ขนาดต่ำกว่า 7.5 Hp. ลงมาให้ใช้แบบ DIRECT-ON-LINE เว้นแต่ระบุให้เป็นอย่างอื่น
- 21.2.4 MOTOR ขนาดตั้งแต่ 7.5 Hp. ขึ้นไป ให้ใช้ STARTER แบบ STAR-DELTA เว้นแต่ระบุให้เป็นอย่างอื่น
- 21.2.5 STARTER ทุกตัวต้องได้ขนาดตาม NEMA SIZE, มาตรฐาน UL หรือพิจารณาเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ ตามมาตรฐานยุโรป (IEC STANDARD) ได้ แต่จะต้องเทียบขนาดให้เป็นไปตามมาตรฐาน NEMA SIZE และจะต้องเป็นแบบ HEAVY DUTY โดยประสิทธิภาพให้เป็นไปตามมาตรฐาน IEC
- 21.2.6 MOTOR ของเครื่องสูบน้ำเย็น, เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น, MAKE UP WATER PUMP, COOLING TOWER ให้เป็น MOTOR ประสิทธิภาพสูง

ค่าประสิทธิภาพของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงต้องมีค่าไม่น้อยกว่าค่าที่ระบุในตาราง

มอเตอร์ชนิดหุ้มปิด (Enclosed Motor) 380 V 50 Hz					
ขนาดของ มอเตอร์ (กิโลวัตต์)	ประสิทธิภาพปกติ (%) ของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง ชนิดหุ้มปิดที่เต็มภาระพิกัด (Full Load)				ประสิทธิภาพปกติ ของมอเตอร์ ธรรมดา (%)
	ชนิด 2 ขั้ว 3,000 RPM	ชนิด 4 ขั้ว 1,500 RPM	ชนิด 6 ขั้ว 1,000 RPM	ชนิด 8 ขั้ว 1,000 RPM	
0.75	75.5	82.5	80		71
1.1	82.5	84	85.5	75.2	75
1.5	84	84	86.5	77.0	77
2.2	85.5	87.5	87.5	82.5	80
3.7	87.5	87.5	87.5	84.0	82
5.5	88.5	89.5	89.5	85.5	84.5
7.5	89.5	89.5	89.5	85.5	85.6
11	90.2	91	90.2	88.5	87.4
15	90.2	91	90.2	88.5	88.3
18.5	91	92.4	91.7	89.5	88.9
22	91	92.4	91.7	89.5	89.8
30	91.7	93	93	91.0	90.4
37	92.4	93	93	91.0	91
45	93	93.6	93.6	91.0	91.5
55	93	94.1	93.6	91.7	92
75	93.6	94.5	94.1	93.0	92
90	94.5	94.5	94.1	93.0	92.2
110	94.5	95	95	93.0	92.8



## 22. ระบบท่อร้อยสายไฟ (CONDUIT SYSTEM)

- 22.1 ท่อร้อยสายไฟทุกแบบที่ใช้ในระบบไฟฟ้านี้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่าครึ่งนิ้ว
- 22.2 เว้นแต่จะระบุเป็นอย่างอื่น ท่อร้อยสายไฟซึ่งฝังในคอนกรีต ในพื้น (FLOOR- SLAB) และที่ติดตั้งในที่แจ้งหรือในสถานที่ที่จำเป็นต้องมีระบบกันน้ำ ต้องใช้ท่อร้อยสายไฟ ชนิด INTERMEDIATE METALLIC CONDUIT (IMC)
- 22.3 เว้นแต่จะระบุไว้เป็นอย่างอื่น ท่อร้อยสายไฟซึ่งแอบไว้ในฝ้าเพดาน หรือในฝ้าผนังที่ไม่ได้เทด้วยคอนกรีต ให้ใช้ท่อ ELECTRIC METALLIC TUBING (EMT) ได้
- 22.4 เว้นแต่จะระบุไว้เป็นอย่างอื่นการต่อท่อร้อยสายไฟเข้ากับอุปกรณ์เครื่องจักรต่างๆ ที่มีความสั่นสะเทือน ให้ใช้ FLEXIBLE CONDUIT ความยาวไม่ต่ำกว่า 1 ฟุตแต่ไม่เกิน 3 ฟุตเป็นช่วงสุดท้ายเสมอไป
- 22.5 FLEXIBLE CONDUIT จะต้องเป็นชนิดกันน้ำได้ ถ้าอยู่ในบริเวณที่มีความชื้นสูง หรือมีโอกาสถูกน้ำ
- 22.6 การงอท่อร้อยสายไฟต้องระวังมิให้ท่อชำรุด และจะต้องไม่เป็นผลให้เส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อเปลี่ยนแปลงไป รัศมีการโค้งงอต้องเป็นไปตามกฎของ NEC. เครื่องมือที่ใช้ในการงอท่อร้อยสายไฟต้องเป็นเครื่องมือ ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อใช้ปฏิบัติงานนี้โดยเฉพาะห้ามงอท่อร้อยสายไฟขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้วหรือมากกว่า ในกรณีดังกล่าวให้ใช้ CAST-IRON ANGLE-BENDS และ FITTINGS
- 22.7 ห้ามงอท่อร้อยสายไฟเกิน 4 ครั้งในแต่ละช่วงระหว่าง OUTLET, JUNCTION หรือ PULL BOXES หากจำเป็นต้องทำเช่นนั้นต้องใส่ JUNCTION BOX หรือคอนดูล์ทเพิ่มจากที่ได้กำหนดไว้ในแบบ
- 22.8 ติดตั้งท่อร้อยสายไฟโดยให้มีรอยต่อน้อยที่สุด เมื่อจะต่อท่อร้อยสายไฟแบบ IMC ให้ใช้ COUPLINGS หรือ FITTINGS ชนิดเกลียวใช้ RED LEAD หรือวัสดุทำเกลียวตัวผู้เพื่อกันน้ำที่มี ELECTRICAL CONTINUITY การต่อต้องให้ปลายท่อแต่ละข้างชนกันแนบสนิท และต้องตะไบหรือฝนปลายท่อให้เรียบเสียก่อน
- 22.9 ต่อท่อ EMT ด้วย COUPLING และ CONNECTOR แบบ "RAINTIGHT" เฉพาะบริเวณพื้น TOPPING, ผนัง และเสาเอ็น
- 22.10 ความโค้งงอของท่อร้อยสายไฟ (ซึ่งติดตั้งภายนอกหรือที่ซ่อนอยู่ในฝ้าเพดานที่สามารถเปิดซ่อมได้ หรือฝ้าผนังที่ไม่ได้เทด้วยคอนกรีต) ที่หักมากเกินไป จะต้องใช้คอนดูล์ท (CONDULET)
- 22.11 ต้องยึดท่อร้อยสายไฟเข้ากับ BOXES ต่างๆ และ PANEL BOARD โดยใช้ LOCK NUT 2 ตัว พร้อมด้วย BUSHING ถ้ารู KNOCK OUT ใหญ่กว่าท่อ ร้อยสายไฟจะต้องใช้ REDUCING WASHER เพื่อไม่ให้มีช่องว่างระหว่างท่อและฝาของ BOXES ฯลฯ ส่วนรูว่างที่ไม่ได้ใช้งานให้ปิดให้เรียบร้อย
- 22.12 การต่อท่อร้อยสายไฟทุกชนิด ให้ตรวจสอบว่าข้อต่อมี ELECTRICAL CONTINUITY อย่างดี ทั้งนี้เพราะต้องการใช้ระบบร้อยสายไฟเป็น GROUND-PATH ของระบบไฟฟ้าของอาคาร

- 22.13 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบอย่างรอบคอบว่าการต่อเชื่อม FLEXIBLE CONDUIT และท่อ FLEXIBLE CONDUIT เอง มี ELECTRICAL CONTINUITY อย่างดีโดยตลอด มิฉะนั้นจะต้องร้อยสายดินหุ้มฉนวนแบบเดียวกับของ PHASE WIRE และมีขนาดเท่ากับ PHASE WIRE
- 22.14 การฝังท่อร้อยสายไฟในดินต้องหุ้มท่อร้อยสายไฟด้วยคอนกรีตหนาอย่างน้อย 2" โดยรอบท่อ
- 22.15 ท่อร้อยสายไฟทุกแบบต้องถูกยึดหรือตรึงไว้อย่างแข็งแรง ทุกระยะไม่เกิน 10 ฟุต และไม่เกิน 1 ฟุตจาก BOXES หรือ PANEL BOARD โดยอุปกรณ์ ซึ่งสร้างขึ้น เพื่อทำหน้าที่นี้โดยเฉพาะ และ/หรือโดยวิธีซึ่งได้รับอนุมัติจากวิศวกร
- 22.16 ท่อร้อยสายไฟที่เดินซ่อนอยู่บนฝ้าเพดานจะต้องติดตั้งและยึดแนบอยู่ในพื้น SLAB ห้ามเดินโดยวางอยู่บนฝ้าเพดานหรือห้อยอยู่กับพื้น SLAB
- 22.17 เมื่อวางท่อร้อยสายไฟเสร็จ แต่ยังไม่ปฏิบัติงานขั้นต่อไปกับท่อร้อยสายไฟนั้นไม่ได้ให้เคลือบส่วนของท่อที่ได้ตัดปลายไว้ด้วยสี ENAMEL เพื่อกันสนิมและปิดปากท่อด้วยปลั๊กหรือฝาเกลียวให้มิดชิด
- 22.18 ห้ามใช้ ท่อ EMT ในบริเวณที่เป็น HAZARDOUS LOCATION
- 22.19 ขนาดของท่อร้อยสายไฟที่ใช้จะต้องมีสายไฟคิดตามพื้นที่หน้าตัดแล้วไม่เกิน 40% ของพื้นที่หน้าตัดท่อ (ในกรณีสาย 4 เส้นขึ้นไป)

### 23. สายไฟ (CONDUCTOR)

- 23.1 สายไฟต้องเป็นสายทองแดง และต้องมีส่วนผสมที่มีทองแดงไม่ต่ำกว่า 98%
- 23.2 สายไฟต้องเป็นมาตรฐานของ มอก. 11-2553
- 23.3 สายไฟต้องเป็นสายเดี่ยว (SINGLE CONDUCTOR) มีฉนวนหุ้มตามที่กำหนดขนาดไว้ใน LOAD SCHEDULE ฉนวนต้องทนแรงดันไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 750V และติดตั้งตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556
- 23.4 ห้ามใช้สายไฟเล็กกว่าขนาด 2.5 mm<sup>2</sup> ยกเว้นสาย CONTROL ให้ใช้ตามความเหมาะสม
- 23.5 หากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น ขนาดสายไฟที่กำหนดไว้เป็นขนาด mm<sup>2</sup> และเป็นชนิด IEC01 สำหรับการติดตั้งในที่แห้งและสายไฟฟ้าชนิด NYY-G สำหรับจ่ายในบริเวณด้านนอกอาคารที่ชื้น
- 23.6 สายไฟจะต้องเป็นเส้นเดียวตลอด โดยไม่มีการตัดต่อระหว่างแผงไฟ (PANEL BOARD) จนถึง OUTLET หรือระหว่าง OUTLET หรือ SWITCH BOARD ถึงแผงไฟ การตัดต่อสาย (SPLICING) สำหรับ BRANCH CIRCUIT ให้กระทำต่อเมื่อจำเป็นจริงๆ และต้องตัดต่อเฉพาะใน JUNCTION หรือ OUTLET BOX ซึ่งอยู่ในบริเวณที่สามารถเข้าไปตรวจและ/หรือซ่อมบำรุงได้โดยง่ายเท่านั้น
- 23.7 ให้ใช้เฉพาะที่ต่อสายแบบ COMPRESSION, BOLT หรือ SCREW TYPE หรือ WIRE NUT เท่านั้น ห้ามใช้ที่ต่อสายแบบ TWISTED WIRE SPLICE ห้ามต่อสายไฟเกิน 4 เส้น ณ แต่ละจุดที่ต่อสาย การต่อปลายสายให้ใช้ SOLDERLESS LUG
- 23.8 ห้ามใช้การบัดกรีในการต่อสายไฟ

- 23.9 ให้ใช้ LUBRICANT ชนิดที่ได้รับการอนุมัติจากวิศวกรแล้วเท่านั้น ในการดึงสาย
- 23.10 ต้องใช้สีเป็นรหัส (COLOR-CODING) ในการเดินสายไฟ โดยใช้เฟส A สีน้ำตาล เฟส B สีดำ และเฟส C สีเทาสำหรับสาย PHASE (HOT) ทั้งสาม ส่วนสีฟ้าสำหรับสาย NEUTRAL และสีเขียวหรือเขียวคาดเหลืองสำหรับสาย GROUND
- 23.11 สายไฟต้องเดินในท่อร้อยสายไฟทั้งหมด โดยไม่มีส่วนหนึ่งส่วนใดปรากฏให้เห็นภายนอก
- 23.12 ให้ติดหมายเลขวงจรด้วย WIRE MARKER ชนิดถาวรสำหรับสาย FEEDER ใน PULL BOX ต่างๆ ด้วย
- 23.13 ยกเว้นแต่ได้รับอนุมัติจากวิศวกรเป็นกรณีๆ ไป ห้ามมิให้ดึงสายไฟในคอนดุกทจนกว่าจะได้วางระบบท่อร้อยสายไฟเสร็จเรียบร้อยทั้งหมดก่อน และได้รับการตรวจรับแล้ว
- 23.14 ภายหลังจากติดตั้งสายภายในคอนดุกทแล้ว ผู้รับจ้างจะต้อง TEST INSULATION ด้วย MEGGER วัดค่าความต้านทานของ PHASE TO PHASE, PHASE TO NEUTRAL และ PHASE TO GROUND ของทุก CIRCUIT ตั้งแต่ PANELBOARD ถึงปลาย LOAD จุดสุดท้ายโดยผู้รับจ้างจะต้องบันทึกค่าของการตรวจสอบนั้นทุกจุด ให้ผู้ควบคุมงาน 2 ชุด ก่อนที่จะมีการติดตั้งอุปกรณ์ทุกชนิด
- 23.15 สายไฟจะต้องมีขนาดใหญ่เพียงพอ เพื่อไม่ให้ VOLTAGE DROP มีค่าเกินกว่า 3% นับจาก POWER PANEL BOARD ที่สายไฟเข้าไปต่อจนถึง FAN COIL, EXHAUST FAN หรือ AIR HANDLING UNIT

## ส่วนที่ 4

### การจัดทำ COMMISSIONING, TESTING, TRAINING & MAINTENANCE OPERATING MANUAL, GARUNTEE และ SERVICE

#### 1. การจัดทำ COMMISSIONING และ ACCEPTANCE TESTING

##### 1.1 ทั่วไป

- ก. การจัดทำ COMMISSIONING ถือเป็นงานส่วนหนึ่งในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง การทำ COMMISSIONING ให้รวมถึงการทดสอบและปรับแต่งการทำงานของอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศและระบายอากาศให้ทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ของแบบ และรายละเอียดข้อกำหนดก่อนที่ผู้รับจ้างจะส่งมอบงาน
- ข. การจัดทำ COMMISSIONING ให้รวมถึงการปรับแต่งการกระจายลมการปรับปริมาณการไหลของน้ำในระบบ การตรวจวัดค่าทางไฟฟ้า จุดบันทึกข้อมูลต่างๆ ของอุปกรณ์ ตรวจการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิโดยอัตโนมัติและตรวจวัดระดับของเสียงและความสั่นสะเทือนของอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศและระบายอากาศ
- ค. ผู้รับจ้าง จะต้องจัดเตรียมเครื่องมือแรงงานและสิ่งจำเป็นเพื่อใช้ในการจัดทำ COMMISSIONING เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ ทั้งนี้ถึงแม้สิ่งเหล่านี้จะไม่ได้กำหนดไว้ในแบบ และรายละเอียดข้อกำหนดก็ตาม
- ง. ก่อนการจัดทำ COMMISSIONING ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมการด้านเอกสาร เช่น แบบติดตั้ง คู่มือการติดตั้ง และใช้งาน และแบบฟอร์มการกรอกข้อมูล เป็นต้น ด้านการตรวจสอบงานติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดในระบบให้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว หลังจากนั้นให้ทดลองการทำงานของอุปกรณ์ปรับแต่งปริมาณการไหล และการกระจายลมจดข้อมูลทางเทคนิคและสรุปเป็นรายงาน
- จ. งานระบบท่อลม ท่อน้ำ ไฟฟ้า สำหรับอุปกรณ์ และอื่นๆ ของงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ จะต้องได้รับการทดสอบในรายละเอียดที่เกี่ยวข้องให้ผ่านตั้งแต่ในระหว่างการติดตั้งก่อนที่จะเริ่มทำงาน COMMISSIONING
- ฉ. อุปกรณ์หลัก เช่น เครื่องทำน้ำเย็น เครื่องสูบน้ำ เครื่องปรับอากาศต่างๆ และระบบควบคุมอุณหภูมิโดยอัตโนมัติ จะต้องดำเนินการทดสอบตามข้อกำหนดของบริษัผู้ผลิต ซึ่งรวมถึงงานซ่อมบำรุงและการให้บริการตามเงื่อนไขการให้ประกันของบริษัผู้ผลิต
- ช. ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมบุคลากรที่มีประสบการณ์และความรู้เพื่อประสานงานในการติดตั้งอุปกรณ์ของห้องคอมพิวเตอร์ และอื่น ๆ ในห้องคอมพิวเตอร์ เช่น การต่อวงจรไฟฟ้า งานท่อน้ำและการเข้าสายสัญญาณ เป็นต้น
- ซ. รายละเอียดดังกล่าวข้างต้น พร้อมกำหนดระยะเวลาในการจัดทำจะต้องจัดเตรียมล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 8 สัปดาห์ ก่อนเริ่มงาน COMMISSIONING และให้ส่งรายละเอียดข้างต้นดังกล่าว ให้วิศวกร

หรือตัวแทนผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนดำเนินการ วิธีการจัดทำ COMMISSIONING ให้ใช้ข้อแนะนำของ ASHRAE STANDARD APPLICATION เป็นแนวทาง

- ฅ. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาผู้เชี่ยวชาญเข้ามาดำเนินการในการจัดทำ COMMISSIONING โดยค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น จะอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น
- ณ. ผู้รับจ้างจะต้องเข้ามา COMMISSIONING ปีละ 1 ครั้ง รวม 2 ครั้ง

## 1.2 การปรับแต่งการกระจายลม

- ก. เครื่องมือวัดที่จำเป็นต้องจัดหาเพื่อการปรับแต่งการกระจายลมให้มีไม่น้อยกว่าตามกำหนดต่อไปนี้
  - MANOMETER
  - PITOT TUBE
  - TACHOMETER
  - CLAMP-ON AMPMETER
  - ANEMOMETER
  - THERMOMETER
- ข. รายงานผลการตรวจวัด ให้มีรายละเอียดไม่น้อยกว่า ดังต่อไปนี้
  - ปริมาณลมทั้งหมด
  - ความดันสถิตย
  - กำลังมอเตอร์
  - ปริมาณอากาศบริสุทธิ์
  - ปริมาณอากาศที่ระบายออก
  - รอบของพัดลม
  - ชื่อบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ทั้งหมด
  - ขนาดและรุ่นของอุปกรณ์
  - การจัดเครื่องปรับอากาศ
  - CLASS ของพัดลม
  - NAME PLATE ของมอเตอร์
  - ชนิดและจำนวนของ PULLEY สายพาน ลูกปืน
  - ชนิดของเพลลาขับ
  - ระบบการกรองอากาศ
  - ความเร็วของลมที่ไหลผ่าน COOLING COIL

## 1.3 การปรับปริมาณการไหลของน้ำ

- ก. เครื่องมือวัดมาตรวัดและ VALVE ปรับปริมาณการไหลต่างๆ ที่ต้องจัดเตรียมไว้ทั้งในระหว่างการติดตั้งและการปรับแต่งระบบประกอบด้วยรายละเอียดไม่น้อยกว่าดังต่อไปนี้
- FLOW METER อาจเป็นแบบ VENTURI, ORIFICE PLATE หรือ PITOT TUBE
  - BALANCING VALVE
  - MANOMETER PORTABLE FLOW & PRESSURE DROP METER
  - PRESSURE GAUGE
  - THERMOMETER
  - DIFFERENTIAL PRESSURE GAUGE
- ข. รายงานผลการตรวจวัดให้แสดงผลในแบบ โดยมีรายละเอียดของปริมาณการไหล ขนาดของอุปกรณ์ ขนาดของท่อความดันสถิตย์ และตำแหน่งของ VALVE ที่ปรับปริมาณการไหล
- ค. การปรับปริมาณน้ำเย็นที่เข้าเครื่องส่งลมเย็นและเครื่องจ่ายลมเย็น ให้ปรับตามสัดส่วนของปริมาณน้ำเย็นจากระบบทำน้ำเย็นทั้งหมด
- ง. ให้ผู้รับจ้างจัด FLOW METER ให้โครงการ 1 ชุด

#### 1.4 การตรวจการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิโดยอัตโนมัติ

- ก. การตรวจการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิโดยอัตโนมัตินั้นผู้รับจ้างจะต้องประสานงานอย่างใกล้ชิดกับบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ เพื่อให้การทำงานของระบบสอดคล้องกับความเป็นจริงตลอดในการใช้งานโดยไม่ต้องทำการปรับแต่งค่าที่อุปกรณ์ของระบบควบคุมอุณหภูมิโดยอัตโนมัติแต่อย่างใด เครื่องมือวัดที่ใช้ในการตรวจการทำงาน มีรายละเอียดไม่น้อยกว่าดังต่อไปนี้
- เทอร์โมมิเตอร์
  - SLING PSYCHROMETRIC
- ข. รายงานผลการตรวจการทำงานให้เป็นผลจากค่าการตรวจวัดอุณหภูมิตำแหน่งของ VALVE ควบคุมอุณหภูมิในขณะใดขณะหนึ่ง

#### 1.5 การตรวจวัดระดับของเสียงและความสั่นสะเทือนของอุปกรณ์

- ก. วิธีการตรวจวัดระดับของเสียงและความสั่นสะเทือนของอุปกรณ์ในขณะที่มีสภาพการใช้งานจริงให้เป็นไปตามข้อแนะนำของ ASHRAE STANDARD APPLICATION 1991
- ข. เครื่องมือวัดที่ใช้ในการตรวจวัดค่าให้ใช้ SOUND LEVEL METER และอื่น ๆ ที่จำเป็น
- ค. ผลของการตรวจวัดให้รายงานเป็นค่า SOUND LEVEL และ DEFLECTION

## 2. การฝึกอบรม

- ก. ผู้รับจ้างจะต้องจัดให้มีการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ของโครงการเรื่องการใช้งานและการบำรุงรักษา อุปกรณ์ก่อนที่จะมีการส่งมอบงาน
- ข. หัวข้อในการฝึกอบรมต่าง ๆ ที่ผู้รับจ้างจัดเตรียมจะต้องประสานงานกับบริษัทผู้ผลิตและดำเนินการฝึกอบรมโดยตัวแทนของบริษัทผู้ผลิต
- ค. การฝึกอบรมให้ทำทุกหัวข้อและระบบที่จะต้องใช้งาน และบำรุงรักษา โดยให้ปรากฏรายละเอียด อย่างชัดเจนในคู่มือการใช้งาน และบำรุงรักษา
- ง. รายละเอียดของการฝึกอบรมและกำหนดเวลาจะต้องจัดส่งให้วิศวกร หรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างเพื่อ ขออนุมัติไม่น้อยกว่า 4 สัปดาห์ ก่อนการฝึกอบรม

## 3. CLEANING & HANDOVER

ภายหลังจากการติดตั้งอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาด เพื่อกำจัดฝุ่นและ สิ่งสกปรก ต่างๆ ซึ่งจะก่อให้เกิดความเสียหายกับระบบให้เรียบร้อย และต้องได้รับความเห็นชอบจาก วิศวกรก่อนทำการ ส่งมอบงานดังกล่าวก่อนที่จะส่งมอบงานให้แก่ผู้ว่าจ้าง

## 4. คู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษา

- ก. ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมคู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษา ซึ่งรวมถึงแบบติดตั้งจริง (AS BUILT DRAWING) จำนวน 5 ชุด (พับเล่ม), ต้นฉบับกระดาษไข 1 ชุด และ FILE ลง CD 1 ชุด เพื่อให้ วิศวกรหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างอนุมัติ โดยจะต้องส่งให้พิจารณาก่อนการ COMMISSIONING ไม่น้อยกว่า 4 สัปดาห์

คู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษา ให้จัดเตรียมเป็นรูปเล่มโดยใช้โปรแกรมภาษาที่ใช้กัน โดยทั่วไปของเครื่องคอมพิวเตอร์ (PERSONAL COMPUTER) พร้อมบันทึกแผ่น CD 2 ชุด เพื่อส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างต่อไป ส่วนแบบติดตั้งจริง (AS BUILT RAWING) ให้จัดทำโดยวิธีโปรแกรมสำเร็จรูป AUTO CAD พร้อมบันทึกแผ่น CD เป็น 2 ชุด ใช้งาน 1 ชุด และสำเนา 1 ชุด

- ข. คู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษา จะต้องประกอบด้วยรายละเอียด ไม่น้อยกว่าดังต่อไปนี้
  - ชื่อโครงการ หมายเลขโทรศัพท์ และโทรสาร ที่ใช้สำหรับติดต่อผู้ว่าจ้างบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงการ ทั้งกรณีปกติและกรณีฉุกเฉิน วันเดือนปีของการเริ่มต้น และสิ้นสุด ระยะเวลาการให้บริการงานบำรุงรักษา
  - สารบัญ ภาคผนวกและดรชนี้ท้ายเล่มเพื่อให้ความสะดวกในการค้นหาเอกสารและข้อมูลต่างๆ
  - ข้อมูลแก่รายละเอียดทั่วไปสำหรับงานติดตั้งระบบต่างๆ และหน้าที่การทำงานในระบบ
  - รายละเอียด และข้อมูลของอุปกรณ์หลักทั้งหมดที่ใช้งานในระบบ เช่น ยี่ห้อ รุ่นและรายละเอียดต่างๆ ตามป้ายชื่ออุปกรณ์ (NAME PLATE) วันที่เริ่มติดตั้ง วันที่ต้องซ่อมบำรุง

วันที่หมดอายุการใช้งาน ชื่อตัวแทนผู้ผลิต และรายละเอียดของงานทดสอบตรวจวัดต่างๆ เป็นต้น

- วิธีการใช้งานอย่างถูกวิธีในการเปิดปิดอุปกรณ์ การบำรุงรักษา การปรับแต่งอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ และวิธีการใช้งานในกรณีไม่ปกติ หรือฉุกเฉิน นอกจากนี้จะต้องมีข้อมูลและรายละเอียดเมื่ออุปกรณ์ทำงานตามสภาวะปกติ เช่น กระแสไฟฟ้าที่ใช้แรงดันต่างๆ และตั้งค่าของอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัย เป็นต้น วิธีการใช้งานนี้ให้จัดรวมเป็นรูปเล่มรวมกัน โดยจะต้องให้สะดวกต่อการนำเอกสารออกไปใช้งานที่เกี่ยวข้องแก้ไขหรือเพิ่มเติมได้
- รายละเอียดของวิธีการบำรุงรักษาอุปกรณ์ของระบบ ตามกำหนดเวลาเป็นวันสัปดาห์ เดือน และปี ซึ่งจะต้องจัดเตรียมให้เป็นไปตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต
- คู่มือ และรายละเอียดทางด้านเทคนิคของอุปกรณ์จากบริษัทผู้ผลิต ที่ระบุถึง การบำรุงรักษา การซ่อมของอุปกรณ์ และการปรับแต่งค่าต่างๆ ของอุปกรณ์ควบคุมและเครื่องมือ
- แบบติดตั้งจริง (AS BUILT DRAWINGS) ซึ่งรวบรวมรายละเอียดของอุปกรณ์ในระบบ เช่น เครื่องทำน้ำเย็น งานท่อลม งานท่อน้ำ งานระบบไฟฟ้า งานระบบไฟฟ้าควบคุม ตาราง VALVE และตำแหน่งของอุปกรณ์ปรับปริมาณการไหลของงานท่อน้ำ และท่อลม เป็นต้น

แบบติดตั้งจริงที่จัดรวมไว้ในคู่มือให้ลดมาตราส่วน เพื่อให้สามารถบันทึกได้ในกระดาษขนาด A3 พร้อมต้นสำเนากระดาษไขของแบบติดตั้งจริงทั้งหมดจำนวน 1 ชุด แบบติดตั้งจริงให้จัดเขียนด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป AUTO CAD พร้อมบันทึกข้อมูลลงบนแผ่นบันทึกข้อมูลคอมพิวเตอร์ โดยจัดทำเป็น 2 ชุด ชุดใช้งานและชุดสำเนา

- ภาพถ่าย และแบบขยายรายละเอียดของงานซ่อมบำรุงอุปกรณ์ที่อยู่ในส่วนที่ถูกปิดบัง ซึ่งต้องทำการซ่อมและบำรุงรักษา
- รายละเอียดและข้อมูลของชิ้นส่วนและอุปกรณ์ (SPARE PART) ของระบบทั้งหมด ซึ่งจะต้องทำการเปลี่ยนเมื่อหมดอายุการใช้งาน
- ผู้รับจ้างจะต้องถ่ายรูปและบันทึกเรื่องราวเกี่ยวกับตำแหน่งช่องเปิดเพื่อ SERVICE ต่างๆ พร้อมทั้งบันทึกเกี่ยวกับการ OPERATING และบำรุงรักษาอุปกรณ์ของอาคารลงในเทป VHS ความยาวประมาณ 90 นาที โดยจะต้องมีการบันทึกเสียงบรรยายประกอบตลอดเวลา ผู้รับจ้างจะต้องส่งเทปต้นฉบับ 1 ชุด, ชุดสำเนา 1 ชุด ให้ผู้ว่าจ้าง หลังจากส่งมอบงานไม่เกิน 30 วัน
- ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ SPARE PART SCHEDULE ของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ระบุในข้อกำหนด และ SPARE PART จะต้องจัดเก็บบรรจุลงในภาชนะที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นส่วนหนึ่งของการส่งมอบงาน



## 5. GUARANTEE

ผู้รับจ้างจะต้องทำการรับประกันอุปกรณ์และงานติดตั้งเป็นเวลา 2 ปี (ยกเว้นที่ระบุมากกว่า 2 ปี) หลังจากรับมอบงาน

## 6. SERVICE

ผู้รับจ้างจะต้องทำการบริการอุปกรณ์หลังจากส่งมอบงานเป็นเวลา 2 ปี ตามข้อผูกพันรับประกัน ตามที่ระบุในขอบเขตของงาน

## 7. เอกสารในการอนุมัติวัสดุ

7.1 วัสดุเหล่านี้จะต้องขออนุมัติต่อผู้ออกแบบเท่านั้น ได้แก่

- CHILLER, CHILLED & CONDENSER PUMP, COOLING TOWER
- AIR HANDLING UNIT และ FAN COIL UNIT
- AUTOMATIC TEMPERATURE CONTROL
- FAN
- SPLIT TYPE
- VSD
- VAV
- CRAC

7.2 วัสดุตามข้อ 7.1 นั้น จะต้องมียุทธศาสตร์การเสนอ ดังนี้

- ให้มีการ COMPARE SPEC ทุกหัวข้อในด้านเทคนิค
- จะต้องมียุทธศาสตร์ MODEL, รุ่น แยกต่างหากจากเอกสาร และส่งจำนวน 4 ชุด

7.3 เอกสาร SHOP DRAWING และ AS-BUILT DRAWING ที่ควรจะสำเนาให้ผู้ออกแบบทราบ เช่น งาน MAIN อุปกรณ์ และ ROUTING ของอุปกรณ์หลัก

- SHOP DRAWING แสดง SINGLE LINE, RISER DIAGRAM, LAY OUT ห้องเครื่อง
- และ MAIN ROUTING PLAN
- แบบ AS-BUILT DRAWING ขนาด A3 ให้ผู้ออกแบบเมื่อเสร็จงาน 1 ชุด พร้อม FILE CAD
- 1 แผ่น

## ส่วนที่ 5

### รายการวัสดุและอุปกรณ์ที่อนุมัติให้ใช้

#### 1. รายการวัสดุและอุปกรณ์ที่อนุมัติให้ใช้

รายการวัสดุ และอุปกรณ์ที่อนุมัติให้ใช้ตามหัวข้อข้างล่างนี้เป็นเพียงแนวทางประกอบการเลือกวัสดุและอุปกรณ์นี้ ผู้รับจ้างจะต้องเสนอวัสดุและอุปกรณ์อื่นๆ ตามที่ระบุในหัวข้อข้างล่างนี้ได้ โดยจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของนี้ และจะต้องส่งรายละเอียดทางเทคนิค แคตตาล็อก พร้อมทั้งระบุรุ่น และขนาดของอุปกรณ์นั้นให้ชัดเจน และจะต้องเสนอขออนุมัติก่อนการดำเนินการจัดซื้อ

#### 2. คำจำกัดความ

- อุปกรณ์จากประเทศผู้ผลิต หมายถึง อุปกรณ์ที่ผลิตจากประเทศที่ระบุเท่านั้น
- REGIONAL ASSEMBLY UNDER LICENSE หมายถึง เฉพาะการประกอบอุปกรณ์ที่ภูมิภาคนี้ โดยโรงงาน จะต้องแสดงใบรับรองการประกอบจากประเทศผู้ผลิตเดิมมาแสดง
- REGIONAL UNDER LICENSE หมายถึง อุปกรณ์ที่ผลิตในภูมิภาคนี้ โดยผู้ขายอุปกรณ์จะต้องแสดงเอกสาร โรงงานที่ผลิตจะต้องได้รับการรับรองผลิตภัณฑ์จากประเทศผู้ผลิตเดิมมาแสดง

<u>ชื่ออุปกรณ์</u>	<u>ประเทศผู้ผลิตหลัก</u>	<u>ประเทศในภูมิภาค</u>
1. WATER COOLED WATER CHILLER, CHILLER PLANT MANAGEMENT SYSTEM		
CARRIER	USA	or Regional Under License
DUNHAM BUSH	USA	or Regional Under License
YORK	USA	or Regional Under License
TRANE	USA	or Regional Under License
2. PUMP		
PACO	USA	or Regional Under License
GRUNDFOS	DENMARK	or Regional Under License
AURORA	USA	or Regional Under License
PEERLESS	USA	or Regional Under License
3. COOLING TOWER		
MARLEY	USA	or Regional Under License
BHL	MALAYSIA	or Regional Under License
BAC	USA	or Regional Under License
LIANGCHI	TAIWAN	or Regional Under License



<u>ชื่ออุปกรณ์</u>	<u>ประเทศผู้ผลิตหลัก</u>	<u>ประเทศในภูมิภาค</u>
4. CENTRIFUGAL FAN, AXIAL FLOW FAN		
PANASONIC	JAPAN	or Regional Under License
KRUGER	SWITZERLAND	or Regional Under License
GREENHECK	USA	or Regional Under License
WOLTER	GERMANY	or Regional Under License
5. PROPELLER FAN		
PANASONIC	JAPAN	or Regional Under License
mitsubishi	JAPAN	or Regional Under License
KRUGER	SWITZERLAND	or Regional Under License
WOLTER	GERMANY	or Regional Under License
6. CEILING MOUNTED FAN		
PANASONIC	JAPAN	or Regional Under License
MITSUBISHI	JAPAN	or Regional Under License
หรือเทียบเท่า		
7. JET FAN		
FLAKTWOODS	UK	or Regional Under License
WOLTER	GERMANY	or Regional Under License
KRUGER	SWITZERLAND	or Regional Under License
PROJET FAN	KOREA	or Regional Under License
8. SPLIT TYPE AIR CONDITIONER		
CARRIER / TOSHIBA	USA	or Regional Under License
HAIER	CHINA	or Regional Under License
DAIKIN	JAPAN	or Regional Under License
MITSUBISHI (HEAVY)	JAPAN	or Regional Under License
9. COPPER PIPE & FITTINGS		
(1) COPPER PIPE		
MUELLER	USA	or Regional Under License
CAMBRIDGE	UK	or Regional Under License
KEMBLA	AUSTRALIA	or Regional Under License
KLM	KOREA	or Regional Under License



<u>ชื่ออุปกรณ์</u>	<u>ประเทศผู้ผลิตหลัก</u>	<u>ประเทศในภูมิภาค</u>
(2) FITTING		
NIBCO	USA	or Regional Under License
K-FITTING	KOREA	
หรือเทียบเท่า		
10. POLYVINYL CHLORIDE PIPE (PVC)		
ELEPHANT	THAILAND	
THAI PIPE	THAILAND	
หรือเทียบเท่า		
11. BALL VALVE & GATE VALVE & GLOBE VALVE		
NIBCO	USA	or Regional Under License
TOYO	JAPAN	or Regional Under License
KITZ	JAPAN	or Regional Under License
CRANE	USA	or Regional Under License
12. FLEXIBLE PIPE CONNECTION		
METRAFLEX	USA	or Regional Under License
MASON	USA	or Regional Under License
TOZEN	JAPAN	or Regional Under License
HYSpan	USA	or Regional Under License
13. FLEXIBLE AIR DUCT		
AERODUCT	THAILAND	
DUCT EXCEL	THAILAND	
หรือเทียบเท่า		
14. DIFFUSER, REGISTER AND GRILLE		
KOMFORT FLOW	THAILAND	
FLOTHRU	THAILAND	
ESCOFLOW	THAILAND	
CFM Per Cool	THAILAND	
15. FIBREGLASS INSULATION		
MICRO-FIBER	THAILAND	
SIAM FIBERGLASS	THAILAND	

หรือเทียบเท่า

<u>ชื่ออุปกรณ์</u>	<u>ประเทศผู้ผลิตหลัก</u>	<u>ประเทศในภูมิภาค</u>
16. CLOSED CELL FOAMED INSULATION		
AEROFLEX	THAILAND	
ARMACELL	THAILAND	
MAXFLEX	THAILAND	
หรือเทียบเท่า		
17. MOTOR (GENERAL & HIGH EFFICIENCY)		
BROOK	UK	or Regional Under License
ABB	GERMANY	or Regional Under License
SIEMENS	GERMANY	or Regional Under License
HITACHI	JAPAN	or Regional Under License
18. ISOLATOR		
MASON	USA	or Regional Under License
KINETIC	USA	or Regional Under License
TOZEN	JAPAN	or Regional Under License
หรือเทียบเท่า		
19. FIRE DAMPER (ประกอบสำเร็จรูปจากบริษัทผู้ผลิต)		
RUSKIN	USA	or Regional Under License
GREENHECK	USA	or Regional Under License
POTTROFF	USA	or Regional Under License
หรือเทียบเท่า		
20. FIRE STOP AND BARRIER		
HILTI	LICHTENSTEIN	or Regional Under License
3M	USA	or Regional Under License
KBS	GERMANY	or Regional Under License
NELSON	USA	or Regional Under License
21. AIR FILTRATION		
AIR GUARD	USA	or Regional Under License
CAMFIL	SWEDEN	or Regional Under License
AAF	USA	or Regional Under License



<u>ชื่ออุปกรณ์</u>	<u>ประเทศผู้ผลิตหลัก</u>	<u>ประเทศในภูมิภาค</u>
CAMBRIDGE	USA	or Regional Under License
22. VARIABLE SPEED DRIVE (VSD)		
DANFOSS	DENMARK	or Regional Under License
ABB	SWEDEN	or Regional Under License
SIEMENS	GERMANY	or Regional Under License
หรือเทียบเท่า		
23. FLOW METER, ENERGY (BTU) METER		
SIEMENS	GERMANY	or Regional Under License
ABB	SWITZERLAND	or Regional Under License
AZBIL	JAPAN	or Regional Under License
BELIMO	SWITZERLAND	or Regional Under License
24. HIGH DENSITY POLYETHYLENE PIPE & FITTINGS		
THAI ASIA P.E. PIPE	THAILAND	
PB PIPE-SUPER TUBE	THAILAND	
WICK & HOEGLUND	THAILAND	
หรือเทียบเท่า		
25. VARIABLE REFRIGERANT VOLUME (VRF) DX AIR CONDITIONER		
HAIER	CHINA	or Regional Under License
TOSHIBA	JAPAN	or Regional Under License
DAIKIN	JAPAN	or Regional Under License
MITSUBISHI (HEAVY IND.)	JAPAN	or Regional Under License
26. AIR CLEANER		
FLOWCON	THAILAND	
หรือเทียบเท่า		
27. GALVANIZED STEEL SHEET		
RSM	THAILAND	-
TRUZINC	THAILAND	-
SINGHA	THAILAND	-
BANGKOK STEEL INDUSTRY	THAILAND	-
28. MOTORIZED DAMPER ACTUATOR (SPRING RETURN)		

<u>ชื่ออุปกรณ์</u>	<u>ประเทศผู้ผลิตหลัก</u>	<u>ประเทศในภูมิภาค</u>
BELIMO	SWITZERLAND	or Regional Under License
HONEYWELL	USA	or Regional Under License
JOHNSON CONTROL	USA	or Regional Under License
AZBIL	JAPAN	or Regional Under License
29. CABLE	(ให้ใช้รายการวัสดุที่อนุมัติให้ใช้ของระบบไฟฟ้า)	
30. ELECTRICAL CONDUIT	(ให้ใช้รายการวัสดุที่อนุมัติให้ใช้ของระบบไฟฟ้า)	
31. LOW VOLTAGE CIRCUIT BREAKER: AIR AND MOLDED CASE CB	(ให้ใช้รายการวัสดุที่อนุมัติให้ใช้ของระบบไฟฟ้า)	
32. PANEL BOARD: MINIATURE CB	(ให้ใช้รายการวัสดุที่อนุมัติให้ใช้ของระบบไฟฟ้า)	
33. SAFETY SWITCH & DISCONNECTING SWITCH	(ให้ใช้รายการวัสดุที่อนุมัติให้ใช้ของระบบไฟฟ้า)	
34. MAGNETIC STARTER (กรณีใช้ IEC STANDARD ต้อง UP SIZE ขึ้น 1 รุ่น โดยใช้รุ่น LONG LIFE)	(ให้ใช้รายการวัสดุที่อนุมัติให้ใช้ของระบบไฟฟ้า)	
35. CURRENT & POTENTIAL TRANSFORMER: LOW & HIGH VOLTAGE	(ให้ใช้รายการวัสดุที่อนุมัติให้ใช้ของระบบไฟฟ้า)	
36. METERING & ACCESSORIES EQUIPMENT	(ให้ใช้รายการวัสดุที่อนุมัติให้ใช้ของระบบไฟฟ้า)	
37. SWITCH BOARD & DISTRIBUTION BOARD MANUFACTURER	(ให้ใช้รายการวัสดุที่อนุมัติให้ใช้ของระบบไฟฟ้า)	
38. WIRE WAY, CABLE TRAY, LADDER	(ให้ใช้รายการวัสดุที่อนุมัติให้ใช้ของระบบไฟฟ้า)	