

ร่างขอบเขตของงาน (Terms of Reference : TOR)
ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการปรับอากาศแบบแปรผันสารทำความเย็น
ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

ด้วยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ซึ่งต่อไปในเอกสารนี้เรียกว่า “มหาวิทยาลัยฯ” มีความประสงค์จะจัดซื้อครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการปรับอากาศแบบแปรผันสารทำความเย็น ตามที่ได้รับอนุมัติงบประมาณประจำปี พ.ศ. 2561 จำนวนวงเงิน 2,000,000 บาท (สองล้านบาทถ้วน) ซึ่งการจัดทำร่างขอบเขตของงาน (Terms of Reference : TOR) และร่างเอกสารประกวดราคาได้ดำเนินการตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ พ.ศ. 2549 เสร็จเรียบร้อยแล้ว โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ความเป็นมา

เนื่องจากการเรียนการสอนสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลมีการเรียนการสอนทางด้านการทำความเย็นและการปรับอากาศ ซึ่งปัจจุบันเกิดการเปลี่ยนแปลงสารทำความเย็นและระบบการทำงานของการทำงานทำความเย็นเพื่อลดปัญหาการเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการประหยัดพลังงานของระบบการทำงานทำความเย็น รวมทั้งการทำห้วงข้อโครงการของนักศึกษาและการทำวิจัยของอาจารย์ เกี่ยวกับการวิจัยเพื่อพัฒนาระบบการปรับอากาศ เป็นต้น รวมทั้งในปัจจุบันได้มีผู้ประกอบการและช่างเทคนิคมีความต้องการพัฒนาความรู้ในการติดตั้งการบำรุงรักษาระบบความเย็นแบบแปรผันสารทำความเย็น อีกทั้งทางสาขาวิชาได้เริ่มมีการจัดตั้งกลุ่มวิจัย/กลุ่มความเชี่ยวชาญด้านพลังงานและการปรับอากาศ

2. วัตถุประสงค์

เพื่อจัดหาครุภัณฑ์ทางการศึกษา ชุดปฏิบัติการปรับอากาศแบบแปรผันสารทำความเย็น สำหรับใช้ประกอบการเรียนการสอนและเสริมสร้างความเข้าใจเพิ่มเติมแก่นักศึกษา จากการศึกษาภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ทั้งครุภัณฑ์ดังกล่าวสามารถรองรับงานวิจัยแก่อาจารย์-นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลและอบรมให้ความรู้แก่บุคคลภายนอกได้

3. คุณสมบัติของผู้ประสงค์จะเสนอราคา

- 3.1 มีความสามารถตามกฎหมาย
- 3.2 ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย
- 3.3 ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ
- 3.4 ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญา กับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง
- 3.5 ไม่เป็นบุคคลซึ่งระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย
- 3.6 มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา
- 3.7 เป็นบุคคลธรรมดาหรือนิติบุคคล ผู้มีอาชีพรับจ้างงานที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว



3.8 ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

3.9 ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกันซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่ รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น

3.10 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ (e-Government Procurement: e-GP) ของกรมบัญชีกลาง

3.11 ผู้ยื่นข้อเสนอซึ่งได้รับคัดเลือกเป็นคู่สัญญาต้องลงทะเบียนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ (e-Government Procurement: e-GP) ของกรมบัญชีกลางตามที่คณะกรรมการ ป.ป.ช. กำหนด

3.12 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องไม่อยู่ในฐานะเป็นผู้ไม่แสดงบัญชีรายรับรายจ่ายหรือแสดงบัญชีรายรับรายจ่ายไม่ถูกต้องครบถ้วนในสาระสำคัญ ตามที่คณะกรรมการ ป.ป.ช. กำหนด

3.13 ผู้ยื่นข้อเสนอซึ่งได้รับคัดเลือกเป็นคู่สัญญาต้องรับและจ่ายเงินผ่านบัญชีธนาคาร เว้นแต่การจ่ายเงินแต่ละครั้งซึ่งมีมูลค่าไม่เกินสามหมื่นบาทคู่สัญญาอาจจ่ายเป็นเงินสดก็ได้ ตามที่คณะกรรมการ ป.ป.ช. กำหนด

4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของครุภัณฑ์

มหาวิทยาลัยฯ ได้กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการปรับอากาศแบบแปรผันสารทำความเย็น 1 ชุด ประกอบไปด้วย

| | |
|--|-----------------|
| 4.1 ชุดเครื่องปรับอากาศแบบแปรผันสารทำความเย็น (VRF) R-410a | จำนวน 1 ชุด |
| 4.2 เครื่องปรับอากาศอินเวอร์เตอร์แบบแยกส่วน R-32 | จำนวน 13 ชุด |
| 4.3 เครื่องวัดความเร็วลม | จำนวน 3 เครื่อง |
| 4.4 เครื่องวัดและบันทึกความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ | จำนวน 3 เครื่อง |
| 4.5 เครื่องวัดอุณหภูมิชนิดอินฟราเรด | จำนวน 3 เครื่อง |
| 4.6 เครื่องวัดค่าแรงดันต่างของอากาศและความเร็วลมในท่อ | จำนวน 3 เครื่อง |
| 4.7 คอมพิวเตอร์พกพา | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4.8 เครื่องมัลติมีเดียโปรเจคเตอร์ | จำนวน 1 เครื่อง |

ชุดปฏิบัติการปรับอากาศแบบแปรผันสารทำความเย็น (ส่งมอบและติดตั้ง ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดเชียงใหม่) มีรายละเอียดดังนี้

4.1 ชุดเครื่องปรับอากาศแบบแปรผันสารทำความเย็น (VRF) R-410a จำนวน 1 ชุด

4.1.1 คุณลักษณะเฉพาะ

ชุดปฏิบัติการปรับอากาศแบบแปรผันสารทำความเย็น R-410a ขนาดการทำความเย็นสูงสุดไม่น้อยกว่า 91.36 kw (316,000 BTU/hr) เครื่องปรับอากาศเป็นระบบแบบรวมศูนย์ ระบายความร้อนด้วยอากาศ ซึ่งคอนเดนซิงยูนิต 1 ชุด สามารถต่อกับเครื่องส่งลมเย็น (Fan Coil Unit) ได้หลายชุด ใช้สารทำความเย็น R-410a และมีระบบควบคุมกลาง (Central Control Unit) โดยคอนเดนซิงยูนิต (Condensing Unit) และเครื่องส่งลมเย็น (Fan Coil Unit) ทั้งชุดประกอบมาเสร็จเรียบร้อยจากโรงงานผู้ผลิตในประเทศไทย, ยุโรปหรือญี่ปุ่น ภายใต้ลิขสิทธิ์ของผลิตภัณฑ์นั้นและต้องเป็นยี่ห้อเดียวกัน และโรงงานของผู้ผลิตจะต้องได้รับมาตรฐานได้แก่ ISO 14001, ISO 9001 หรือผ่านการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) เป็นต้น



4.1.2 รายละเอียดชุดเครื่องปรับอากาศ

1) คอนเดนซิงยูนิต เป็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ และต้องมีชุด INVERTER เป็นตัวควบคุมการเปลี่ยนความเร็วรอบของมอเตอร์ ประกอบเรียบร้อยทั้งชุดมาจากโรงงานผู้ผลิต โดยส่วนโครงภายนอกทำด้วยแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการกันสนิมและกระบวนการเคลือบและอบสี หรือวัสดุที่ทนต่อการเป็นสนิม เช่นไฟเบอร์กลาส หรือพลาสติกอัดแข็งที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งกลางแจ้ง ตัวโครงจะต้องมั่นคงแข็งแรง ไม่สั่นหรือเกิดเสียงดังเมื่อใช้งาน และต้องมีเครื่องป้องกันเมื่อความดันสูงเกินเกณฑ์และมีฟิวส์ป้องกันวงจรควบคุม หรือดีกว่า ใช้ระบบไฟฟ้าแบบ 220 โวลต์ 1 เฟส หรือ 380 โวลต์ 3 เฟส และมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1.1) คอมเพรสเซอร์ เป็นแบบกันหอย มอเตอร์หุ้มปิด (HERMETIC SCROLL TYPE) หรือดีกว่า โดยมีชุดอินเวอร์เตอร์ควบคุมการเปลี่ยนความเร็วรอบของมอเตอร์ ระบายความร้อนด้วยน้ำยา และที่มอเตอร์มีอุปกรณ์ป้องกันในกรณีที่เกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์ คอมเพรสเซอร์ของชุดคอนเดนซิงยูนิตทุกตัว จะต้องควบคุมการทำงานโดยชุดอินเวอร์เตอร์เพื่อให้มีการใช้ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

1.2) คอยล์ของคอนเดนเซอร์ เป็นท่อทองแดงที่ถูกอัดเข้ากับครีบอลูมิเนียมที่มีเคลือบสารป้องกันการกัดกร่อนซึ่งจะต้องเรียงเป็นระเบียบเรียบร้อยยึดแน่นกับท่อทองแดง และระบบทั้งหมดผ่านการทดสอบรอยรั่วและขจัดความชื้นมาจากโรงงานผลิต

1.3) พัดลมของคอนเดนเซอร์ เป็นแบบใบพัด (Propeller) โดยได้รับการถ่วงสมดุลมาเรียบร้อยแล้วมาจากโรงงานผู้ผลิต ขับเคลื่อนโดยตรงจากมอเตอร์ มีตะแกรงป้องกันอุบัติเหตุ

1.4) มอเตอร์พัดลมคอนเดนเซอร์ เป็นแบบหุ้มปิดมิดชิด โดยต้องมีอุปกรณ์ป้องกันการเกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์ มีระบบรองลิ้นแบบตลับลูกปืนหรือแบบปลอกที่มีการหล่อลื่น

2) เครื่องส่งลมเย็น (Fan Coil Unit) เป็นแบบประกอบเรียบร้อยทั้งชุดมาจากโรงงานผู้ผลิต และเป็นผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตเดียวกับคอนเดนซิงยูนิต โดยส่วนโครงภายนอกเป็นแบบที่ตกแต่งเสร็จ ทำด้วยแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการเคลือบและอบสีหรือวัสดุที่ทนต่อการเป็นสนิม เช่นไฟเบอร์กลาส พลาสติกอัดแรง มีถาดน้ำทิ้งที่หุ้มด้วยฉนวน ในการใช้งานปกติจะต้องไม่เกิดหยดน้ำเกาะที่ภายนอกของตัวโครง ซึ่งเครื่องส่งลมเย็น (Fan Coil Unit) ประกอบด้วย

- แบบติดผนังWall type ขนาดไม่น้อยกว่า 5.28 kw (18,000 BTU/hr) จำนวน 2 ตัว
- แบบส่งลมเย็นโดยตรง (ceiling concealed type) ขนาดไม่น้อยกว่า 8.8kw (30,000 BTU/hr) จำนวน 2 ตัว พร้อมท่อลมขนาดสั้น และกล่องครอบเครื่องส่งลมแบบใส มองเห็นได้ มีหน้าากของลมส่งและลมกลับ หน้าากจ่ายลม สามารถปรับทิศทางการจ่ายลมได้ โดยพัดลมส่งลมเย็นเป็นแบบกรงกระรอก ขับเคลื่อนโดยตรงหรือผ่านสายพานด้วยมอเตอร์ ซึ่งสามารถปรับความเร็วได้ไม่น้อยกว่า 2 ระดับ
- แบบส่งลมเย็นเป็นชนิดฝังฝ้า (Ceiling cassette type) ขนาดไม่น้อยกว่า 8.8kw (30,000 BTU/hr) จำนวน 2 ตัว ต้องเป็นแบบจ่ายลม 4 ทิศทาง และต้องสามารถปรับความเร็วลมได้
- แบบตู้ตั้ง ขนาดไม่น้อยกว่า 14 kw (50,000 BTU/hr) จำนวน 1 ตัว
- แบบแขวน ขนาดไม่น้อยกว่า 8.8 kw (30,000 BTU/hr) จำนวน 2 ตัว
- แบบท่อลมส่งความเย็น ขนาดไม่น้อยกว่า 14 kw (50,000 BTU/hr) จำนวน 1 ตัว พร้อมท่อลมที่มีท่อแยกอย่างน้อย 1 จุด และหัวจ่ายลมอย่างน้อย 3 จุด

โดยเครื่องส่งลมเย็นมีรายละเอียดเพิ่มเติม ดังต่อไปนี้

2.1) มีแผงกรองอากาศเป็นแบบอลูมิเนียม หรือใยสังเคราะห์ หรือ Resin Net โดยสามารถถอดล้างทำความสะอาดได้

2.2) คอยล์เย็นของเครื่องส่งลมเย็น (Fan Coil Unit) จะต้องเป็นท่อทองแดงที่ถูกอัดเข้ากับครีบอลูมิเนียม ซึ่งจะต้องเรียงเป็นระเบียบเรียบร้อยยึดแน่นกับท่อทองแดง และผ่านการทดสอบรอยรั่วจากผู้ผลิต

2.3) อุปกรณ์จ่ายสารทำความเย็นเป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์อิเล็กทรอนิกส์แบบขั้นวาล์ว (ELECTRONIC EXPANSION VALVE)

2.4) ระบบควบคุม มีสวิตช์ เปิด/ปิดเครื่องและปรับความเร็วรอบพัดลมพร้อมทั้งสวิตช์เทอร์โมสแตตอยู่ที่เครื่อง พร้อมทั้งแบบติดตั้งแยก (Remote Type) ที่ต่อสายส่งสัญญาณควบคุมการทำงานระหว่างเครื่องส่งลมเย็นกับชุดควบคุมการทำงาน ด้วยสาย ๒ แกน หรือแบบไร้สาย โดยสามารถแสดงอุณหภูมิที่ตั้งและอุณหภูมิในขณะใช้งานจริง และระบบควบคุมต้องมีการแจ้งเตือนการทำงานผิดปกติด้วยรหัสที่สื่อถึงอาการผิดปกติของเครื่องปรับอากาศ โดยเฉพาะรหัสที่แจ้งเตือนเกี่ยวกับน้ำยาแอร์

2.5) ระบบไฟฟ้าของ Fan Coil Unit เป็นแบบ 220 โวลต์ 1 เฟส หรือ 380 โวลต์ 3 เฟส

2.6) ท่อสารทำความเย็น ใช้ท่อทองแดงอย่างแข็งแบบแอล (Hard Drawn Type “L”) และในกรณีการต่อท่อแยกแบบ 3 ทาง ต้องใช้ Pipe Fitting แบบ 3 ทาง ในการเชื่อมต่อ ท่อสารทำความเย็นด้านก๊าซเย็นกลับ (Suction Line) ให้หุ้มรอบด้วย Thermal Insulation ชนิดไม่ลามไฟ ที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 19 มม.

ท่อสารทำความเย็น ให้ใช้ท่อทองแดงดังตารางต่อไปนี้

| ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก | ชนิดของท่อทองแดง |
|-----------------------------|------------------|
| 6.4 มม. หรือ 1/4" | O1 or 1/2 H |
| 9.5 มม. หรือ 3/8" | O1 or 1/2 H |
| 12.7 มม. หรือ 1/2" | O1 or 1/2 H |
| 15.9 มม. หรือ 5/8" | O2 or 1/2 H |
| 19.1 มม. หรือ 3/4" | 1/2 H |
| 22.2 มม. หรือ 7/8" | 1/2 H |
| 25.4 มม. หรือ 1" | 1/2 H |
| 28.6 มม. หรือ 1 1/8" | 1/2 H |
| 31.8 มม. หรือ 1 1/4" | 1/2 H |
| 34.9 มม. หรือ 1 3/8" | 1/2 H |
| 38.1 มม. หรือ 1 1/2" | 1/2 H |
| 41.3 มม. หรือ 1 5/8" | 1/2 H |

หมายเหตุ

O1 = Soft Drawn (ท่อม้วน) ความหนาขั้นต่ำ 0.80 มม.

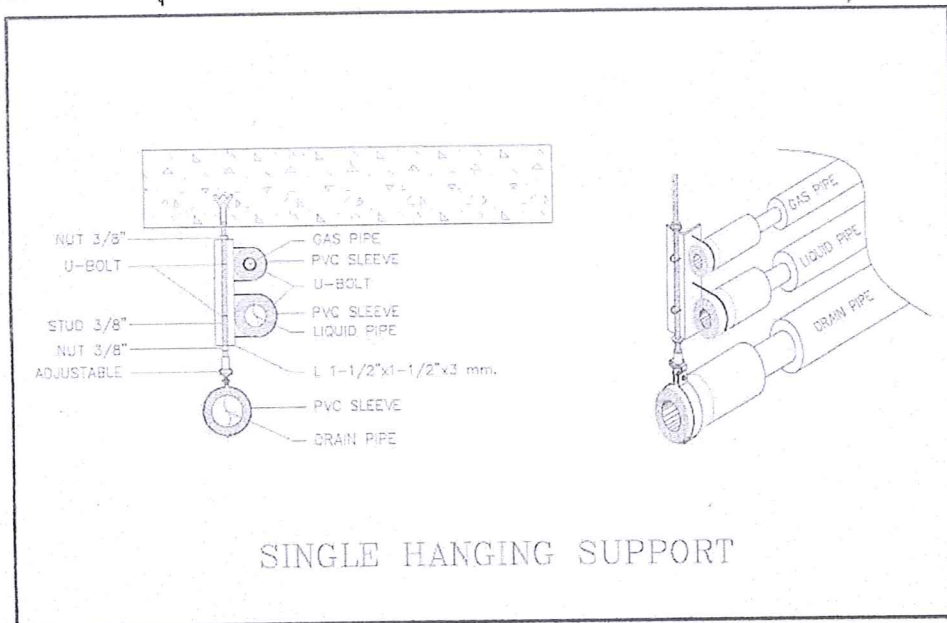
O2 = Soft Drawn (ท่อม้วน) ความหนาขั้นต่ำ 0.99 มม.

1/2 H = Hard Drawn (ท่อตรง) Type L

2.7) ท่อน้ำทิ้งขนาดไม่เล็กกว่า 20 มม. เป็นท่อพี.วี.ซี ชั้น 8.5 ตาม มอก. 17 ท่อส่วนที่อยู่ภายในฝ้าเพดานหรือท่อส่วนที่อยู่ภายในอาคารที่ไม่อยู่ในบริเวณปรับอากาศให้หุ้มด้วยฉนวนเช่นเดียวกับท่อสารทำความเย็นด้านก๊าซเย็นกลับ โดยมีความหนาไม่น้อยกว่า 9.5 มม.

3) การติดตั้งท่อสารทำความเย็น จะต้องเดินให้ขนานหรือได้ฉากกับตัวอาคารหรือตามแนวในแบบ ในส่วนที่ผ่านคาน กำแพง หรือพื้น จะต้องมีการวางปลอก (Sleeve) ถ้าปลอกติดตั้งในส่วนที่ติดกับด้านนอกของอาคาร จะต้องอุดช่องว่างระหว่างท่อสารทำความเย็นและปลอกด้วยวัสดุอย่างหรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่า พร้อมทั้งตกแต่งอย่างเรียบร้อยและท่อสารทำความเย็นต้องยึดอยู่กับอุปกรณ์รองรับอย่างมั่นคง ท่อสารทำความเย็นด้านก๊าซเย็นกลับจะต้องสามารถให้น้ำมันหล่อลื่นกลับไปที่คอมเพรสเซอร์ได้สะดวกในทุกภาวะของการทำงาน โดยไม่ต้องติดตั้ง Oil Trap ท่อสารทำความเย็นต้องมีขนาดพอเหมาะคือให้ค่าความดันตกในท่อไม่เกินกว่าค่าที่ทำให้อุณหภูมิควบแน่นเปลี่ยนไปเกินกว่า 1 – 2 องศาเซลเซียส และมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1) ท่อสารทำความเย็นทั้งหมด จะต้องติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์รองรับ (SUPPORT, HANGER) ทุกระยะไม่เกิน 1.5 เมตร โดยให้เรียงท่อ Gas และท่อ Liquid คนละระดับตามแนวดิ่ง เพราะเมื่อถึงจุดที่ติดตั้ง ท่อที่แยกออกไปของท่อ Gas และท่อ Liquid จะอยู่คนละระดับ จึงไม่จำเป็นต้องยกท่อเส้นหนึ่งเพื่อหลบท่ออีกเส้นหนึ่ง ภาพต่อไปนี้เป็นตัวอย่างการติดตั้งดังกล่าวโดยรวมท่อน้ำทิ้งไว้ด้วยโดยใช้ Hanger เพียงตัวเดียว เจาะรูยึดเข้ากับเพดานเพียงจุดเดียว โดยระดับของท่อน้ำทิ้งสามารถปรับได้เพื่อให้มีความลาดเอียง



กรณีที่ระดับเนื้อที่บนฝ้ามีไม่เพียงพอ ให้แยกท่อน้ำทิ้งออกแล้วใช้ Hanger ต่างหาก ถ้าระดับเนื้อที่บนฝ้ายังคงไม่พอสำหรับการจัดเรียงท่อ Gas กับ ท่อ Liquid ให้อยู่คนละระดับ จึงให้จัดเรียงท่อทั้งหมดในระดับเดียวกันได้

การยึดท่อเข้ากับ Support หรือ Hanger แยกเป็น 2 กรณี ดังนี้

- ท่อแนวนอน - ให้ใช้ท่อ พี.วี.ซี. ผ่าครึ่งตามยาว หรือ แผ่นเหล็กอาบสังกะสีไม่บางกว่าเบอร์ 22 B.W.G. ยาวไม่น้อยกว่า 20 ซม. ประคบ แล้วรัดด้วย Clamp สำหรับบริเวณที่ Support หรือ Hanger อยู่ใกล้กับท่อแนวดิ่ง และ มีน้ำหนักกดทับจากท่อแนวดิ่งมากจนฉนวนมีการยุบตัวมาก ให้ใช้ฉนวนสำหรับรับน้ำหนักโดยเฉพาะ (Insulation Pipe Support) แทนฉนวนปกติ เพื่อมิให้ฉนวนมีการยุบตัว

- ท่อแนวดิ่ง - ให้ใช้ฉนวนสำหรับรับน้ำหนักโดยเฉพาะ (Insulation Pipe Support) แล้วจึงรัดด้วย Clamp เข้ากับ Support เพื่อให้สามารถรับน้ำหนักในแนวดิ่งได้ ป้องกันมิให้ท่อในแนวดิ่งเกิดการเลื่อนไถลลงซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อระบบท่อได้

3.2) ในการติดตั้งท่อสารทำความเย็น ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังมิให้สิ่งสกปรกฝุ่นผงเข้าไปในท่อโดยใช้วัสดุที่เหมาะสมปิดปลายท่อไว้ ถ้าการปิดปลายท่อใช้วิธีหุ้มด้วยพลาสติกแล้วพันด้วยกระดาษขาว หรือ เทปพันสายไฟ หรือวัสดุที่มีความเหนียว ให้พันในระยะที่ห่างจากปลายท่ออย่างน้อย 3 นิ้ว เวลาเชื่อมปลายท่อ รอยเชื่อมอาจจะไม่ติดอันเกิดจากคราบขาวที่ติดอยู่ที่ผิวท่อ ถ้าหากสิ่งสกปรกฝุ่นผงได้เข้าไปแล้วให้ทำความสะอาดภายในท่อโดยใช้ฟองน้ำชุบน้ำยา R-141b เช็ดภายในท่อทองแดงหลายๆครั้ง โดยในแต่ละครั้งให้เปลี่ยนฟองน้ำโดยใช้ฟองน้ำที่สะอาด จนกว่าฟองน้ำที่เช็ดแล้วจะไม่มีคราบสกปรกติดออกมา

- ในการเชื่อมท่อทองแดงให้ผ่านก๊าซไนโตรเจนภายในท่อตลอดเวลาขณะเชื่อมเพื่อป้องกันมิให้เกิดเขม่าออกไซด์ของทองแดงขึ้นภายในท่อซึ่งจะเป็นฝุ่นผงที่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่อุปกรณ์ภายในต่อไปในอนาคตได้

- ภายหลังการเชื่อมระบบท่อสารทำความเย็นแล้ว ให้ทำการทดสอบหารอยรั่วด้วยการอัดก๊าซไนโตรเจนเข้าไปภายในท่อ ใช้ Regulator ปรับให้มีความดันตามลำดับ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ความดันไม่ต่ำกว่า 42 PSI หรือ 3 kgf/cm² เป็นเวลาอย่างน้อยกว่า 3 นาที

(Handwritten signatures and initials)

ขั้นที่ 2 ความดันไม่ต่ำกว่า 213 PSI หรือ 15 kgf/cm^2 เป็นเวลาอย่างน้อย 3 นาที

ขั้นที่ 3 ความดันไม่ต่ำกว่า 540 PSI หรือ 38 kgf/cm^2 เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชม.

ให้บันทึกอุณหภูมิบรรยากาศก่อนและหลังทดสอบไว้ด้วย เนื่องจากความดันภายในท่อจะมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามอุณหภูมิบรรยากาศที่เปลี่ยนไปในอัตราประมาณ 1 kgf/cm^2 ต่อ 0.1°C

หลังจากทดสอบหารอยรั่วแล้วไม่พบว่ามีรอยรั่ว ให้ทำการดูดความชื้นออกจากภายในท่อโดยทำให้เป็นสุญญากาศด้วยปั๊มดูดสุญญากาศ (VACUUM PUMP) โดยมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำสุญญากาศ จนมีความดัน -755 mmHg หรือ -1 kgf/cm^2 ทำต่อให้ครบ 2 ชั่วโมง

ขั้นที่ 2 อัดก๊าซไนโตรเจน จนมีความดัน 0.05 MPa หรือ 0.51 kgf/cm^2

ขั้นที่ 3 ทำสุญญากาศอีกครั้ง จนมีความดัน -755 mmHg หรือ -1 kgf/cm^2 หลังจากนั้นรักษาความดันที่ระดับนี้เป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง

ขั้นที่ 4 เติมน้ำความเย็นเข้าไปในระบบท่อ

4) ระบบท่อลมส่งความเย็น ในกรณีเครื่องส่งลมเย็นที่ใช้ท่อส่งลมเย็น จะต้องทำโดยใช้แผ่นเหล็กกล้าอาบสังกะสีโดยมีความหนาและการเสริมเหล็กจากตามมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับในสากล มีขนาดท่อลมที่เหมาะสมกับปริมาณลมไม่ทำให้เกิดเสียงดัง โดยมีเหล็กฉากรองรับท่อ การติดตั้ง และการต่อท่อ เป็นไปตามมาตรฐาน อีกทั้งใช้แผ่นผ้าใบอย่างหนาในจุดต่อระหว่างท่อลมกับอุปกรณ์ที่มีความสั่นสะเทือน

ตารางแสดงความหนาของเหล็กแผ่นประกอบท่อลม

| ขนาดความกว้างของท่อลม | ความหนาเหล็กแผ่น อาบสังกะสี | |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------|
| | เบอร์ (B.W.G) | มม. |
| ไม่เกิน 12 นิ้ว | 26 | 0.47 – 0.63 |
| เกิน 12 นิ้ว แต่ไม่เกิน 30 นิ้ว | 24 | 0.60 – 0.80 |
| เกิน 30 นิ้ว แต่ไม่เกิน 54 นิ้ว | 22 | 0.80 – 0.95 |
| เกิน 54 นิ้ว แต่ไม่เกิน 85 นิ้ว | 20 | 0.90 – 1.10 |
| เกิน 85 นิ้ว | 18 | 1.18 – 1.44 |

4.1) การโค้งท่อ ต้องให้สัดส่วนรัศมีความโค้งเท่ากับขนาดท่อ(R/D) ไม่น้อยกว่า 1.25 หากมีพื้นที่ไม่พอสามารถให้สัดส่วน(R/D) น้อยกว่านี้ได้ แต่ต้องใส่ GUIDE VANE โดยมีจำนวนและตำแหน่งตามมาตรฐาน ASHRAE โดยมีขนาดความกว้างในแนวนอนไม่เกิน 100 ซม. และต้องมีอุปกรณ์แขวน หรือ ที่ยึดท่อทุกระยะ 3.0 เมตร ถ้าใหญ่กว่านี้ให้มีทุกระยะ 2.50 เมตร และสำหรับจุดต่อแยกต้องยึดติดโดยเริ่มจากจุดต่อแยกไม่เกิน 0.60 เมตร

4.2) ฉนวนหุ้มท่อลมเย็นส่งและท่อลมเย็นกลับจะต้องบุด้วยฉนวนใยแก้วชนิดอ่อนที่มีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 15 กิโลกรัม/ ลูกบาศก์เมตร หนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร และเป็นชนิดมีแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์แบบทนไฟ ทำหน้าที่เป็น Vapor Barrier รอยต่อของฉนวนต้องให้ปลายแผ่นฉนวนซ้อนเหลื่อมกันไม่น้อยกว่า 4 ซม. ให้ใช้ Pressure Aluminium Tape กว้างไม่น้อยกว่า ๕๐ มม.ปิดทับในการหุ้มฉนวน ให้รัดฉนวนด้วยเทปพลาสติก หรือ พี.วี.ซี. กว้างไม่น้อยกว่า ๑๕ มม.อีกทุกระยะ ๐.๕ เมตร ที่ทางแยกของท่อลมทุก ๆ ทางแยก จะต้องมีการหุ้มช่องลมด้วย ซึ่งทำด้วยแผ่นสังกะสีทำท่อลมและสามารถปรับแผ่นช่องลมได้ด้วยมือโดยก้านเหล็กที่ทะลุพื้น หรือกำแพงต้องทำปอกท่อลม ด้วยเหล็กฉากหรือไม่ตามความเหมาะสม

4.3) อุปกรณ์ระบบลม อุปกรณ์ต่อไปนี้ ต้องทำมาเรียบร้อยจากโรงงานและเป็นแบบ ANODIZED EXTRUDED

- หัวจ่ายลมจากฝ้าเพดานเป็นแบบสี่เหลี่ยม (SQUARE OR RECTANGULAR) หรือแบบกลม (ROUND) หรือแบบตามยาว (SLOT , LINEAR)

- สำหรับแบบสไลด์และแบบกลม ต้องมีชุดแผ่นปรับปริมาณลม (OPPOSED BLADE VOLUME DAMPER) หัวจ่ายลมด้านข้างเป็นแบบสไลด์ ต้องมีบานเกล็ดปรับได้ 4 ทิศทาง และหัวจ่ายต้องมีชุดแผ่นปรับปริมาณลม

- หัวดูดอากาศภายนอก เป็นแบบสไลด์ชนิดที่มีบานเกล็ดกับฝุน มีตะแกรงกันแมลงและยุง และมีชุดปรับปริมาณลม

- หัวดูดอากาศกลับ เป็นแบบสไลด์ มีบานเกล็ดปรับทิศทางเดียว หรือสองทาง และอาจมีชุดแผ่นปรับปริมาณลม

5) ระบบควบคุมแยกส่วนแบบ Wired Remote Controller เป็นอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องส่งลมเย็น และมีความต้องการทั่วไป ดังนี้

- สามารถติดตั้งไกลจากตัวเครื่องปรับอากาศได้
- ต้องเป็นยี่ห้อเดียวกันกับระบบปรับอากาศ
- ปรับอุณหภูมิได้
- ปรับปริมาณลมได้

6) ระบบไฟฟ้าสำหรับเครื่องปรับอากาศ

6.1) ผู้ขายจะต้องจัดหา และติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศตามแบบ และรายการประกอบนี้ และอื่น ๆ ที่จำเป็นที่มีอาจได้กำหนดไว้ โดยการติดตั้ง ทั้งหมดต้องเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้า ฯ หรือมาตรฐาน NEC. ทั้งนี้จะต้องเสนอแนวการเดินระบบไฟฟ้าให้มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ลานนา พิจารณาเห็นชอบก่อนการดำเนินการ

6.2) สวิตช์อัตโนมัติ ในตู้แผงสวิตช์เมน และสวิตช์อัตโนมัติย่อย (LOAD CENTER) เป็นผลิตภัณฑ์ของ SQUARE D , WESTING HOUSE , GE ฯลฯ หรือเทียบเท่า

6.3) สายไฟฟ้าทั้งหมดให้ใช้สายทองแดงหุ้มฉนวน ที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก.11-2531 อาทิ BANGKOK CABLE , THAI YAZAKI , PHELPS DODGE ยกเว้นสายไฟฟ้าภายในตัวเครื่องปรับอากาศ หรือส่วนประกอบของอุปกรณ์ที่เป็นผลิตภัณฑ์จากต่างประเทศเท่านั้นอาจเป็นผลิตภัณฑ์ของประเทศนั้น ๆ ได้

6.4) ชนิดของสายไฟฟ้า หากมีได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ใช้ดังนี้

- สายไฟฟ้าเมนให้ใช้ชนิด THW 750 V. 70 °C PVC TYPE – A
- สายไฟฟ้าคอนโทรลให้ใช้ชนิด VCT 750 V. 70 °C PVC

6.5) ขนาดสายไฟฟ้าเมนเครื่องปรับอากาศ หากมีได้กำหนดไว้ ขนาดสายไฟฟ้าจะต้องเป็นขนาดที่รับกระแสได้ไม่ต่ำกว่า 125 % ของกระแสใช้งานเต็มที่ (FULL LOAD) และขนาดเล็กสุดไม่น้อยกว่า 2.5 ตร.มม.

6.6) ขนาดสายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ปรับความเร็วลม ให้ใช้สายไฟฟ้าขนาดไม่น้อยกว่า 1.5 ตร.มม.

6.7) ขนาดของสายไฟฟ้าของระบบคอนโทรลเครื่องปรับอากาศ เป็นชนิดที่ไม่มี shield หุ้ม และสามารถเดินได้ไกลสุด 1,000 เมตร โดยที่ขนาดต้องไม่น้อยกว่า 1 ตร.มม.

6.8) การติดตั้งระบบสายดินตัวเครื่องปรับอากาศที่เป็นโลหะ ในการทำงานปกติต้องไม่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน (NON CURRENT – CARRYING METAL PARTS OF SYSTEM OF EQUIPMENT) ขนาดสายดิน ให้เป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้า ฯ หรือที่กำหนดในแบบ

6.9) ท่อร้อยสายไฟฟ้า ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก.

6.10) การเดินสายไฟฟ้า หากไม่ได้กำหนดไว้ ต้องเดินสายในท่อ EMT หรือ IMC ขนาด และจำนวนสายในท่อ ให้เป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้า ฯ หรือที่กำหนดในแบบ



6.11) การตัดต่อสายไฟฟ้า ต้องทำในกล่องต่อสาย กล่องสวิตช์ หรือรางเดินสายเท่านั้น ตำแหน่งที่ทำการต่อสายไฟฟ้า ต้องอยู่ในตำแหน่งที่สามารถทำการตรวจสอบหรือซ่อมบำรุงได้ง่าย

6.12) การเชื่อมต่อสายไฟฟ้าขนาดไม่เกิน 10 ตร.มม. ให้ใช้ WIRE NUT หรือ SCOTT LOCK ขนาดโตกว่า ให้ใช้ SPLIT BOLT หรือ BOLT หรือ SLEEVE พันด้วยเทปไฟฟ้า ให้มีฉนวนเทียบเท่าฉนวนของสายไฟฟ้า

6.13) การเดินสายไฟฟ้าเข้ากับมอเตอร์ ของแฟนคอยล์ยูนิต หรือ คอนเด็นซิ่งยูนิต ให้เดินร้อยสายใน FLEXIBLE CONDUIT

6.14) ท่อร้อยสายไฟฟ้า ที่เดินซ่อนไว้เหนือฝ้าเพดาน หรือเดินเกาะเพดาน หรือฝังในผนังให้ใช้ท่อ EMT

6.15) ท่อร้อยสายไฟฟ้า ที่เดินฝังในคอนกรีตหรือนอกอาคาร ให้ใช้ท่อ IMC

6.16) ท่อร้อยสายไฟฟ้าคอนโทรล ให้ใช้ท่อพี.วี.ซี. สีเหลือง ชั้น 8.5 ตาม ม.อ.ก.216

7) การปรับปริมาณอากาศและการทดสอบ

7.1) เมื่อติดตั้งระบบปรับอากาศเสร็จเรียบร้อยแล้ว ถ้ามีระบบท่อนลม และหัวจ่ายลมแล้ว ผู้ขายจะต้องปรับปริมาณอากาศ ให้เท่ากับปริมาณที่กำหนดไว้ในแบบ โดยที่ยอมให้มีความแตกต่างได้ไม่เกินร้อยละ 10 และอากาศที่ออกมาจากแต่ละหัวจ่าย จะต้องสมดุลกันทุกทิศทาง การปรับปริมาณลมนั้น ให้ปรับที่แผ่นของลมเสีย หรืออาจจะปรับที่ชุดแผ่นรับปริมาณลม ที่หัวจ่ายลมก็ได้ แต่ต้องไม่ให้เกิดเสียงดัง

7.2) การทดสอบ ให้กระทำโดยตรวจวัดข้อมูลต่างๆ ทางวิศวกรรมที่สำคัญๆ เช่น ความดันของสารทำความเย็น กระแสไฟฟ้าที่ใช้ของมอเตอร์ทุกตัว ปริมาณลมที่หัวจ่ายลมทุกหัว อุณหภูมิในห้องปรับอากาศ อุณหภูมิที่ออกมาจากคอยล์เย็น อุณหภูมิภายนอก อุณหภูมิก่อนเข้าและออกจากคอนเด็นซิ่งยูนิต การทำงานของเทอร์โมสแตท และสวิตช์คอนโทรลต่างๆ เป็นต้น โดยผู้ขายจะต้องดำเนินการทดสอบดังกล่าว โดยมีตัวแทนของผู้ขายมาทำการควบคุม และลงนามกำกับแบบฟอร์มการทดสอบ เพื่อเสนอต่อผู้ขาย ในการส่งมอบงานระบบปรับอากาศงวดสุดท้าย ค่าใช้จ่ายในการทดสอบ ซึ่งรวมถึงค่ากระแสไฟฟ้า ผู้ขายจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

4.2 เครื่องปรับอากาศอินเวอร์เตอร์แบบแยกส่วน R-32

จำนวน 13 ชุด

4.2.1 คุณสมบัติเฉพาะ

เครื่องปรับอากาศอินเวอร์เตอร์แบบแยกส่วนติดผนัง (Wall type) ใช้สารทำความเย็น R-32 ขนาดทำความเย็นสูงสุดไม่น้อยกว่า 24,000 บีทียูต่อชั่วโมง คุณภาพมาตรฐาน :- York, Daikin, Mitsubishi Electric, Eminent หรือคุณภาพมาตรฐานเทียบเท่า, หรือดีกว่า, หรือผ่านการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

4.2.2 รายละเอียดเครื่องปรับอากาศ

1) เป็นเครื่องปรับอากาศชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (AIR COOLED CONDENSING UNIT) ประกอบเรียบร้อยทั้งชุดมาจากโรงงานผู้ผลิต

2) เป็นเครื่องปรับอากาศแบบขยายตัวรับความร้อนโดยตรง แบบแยกส่วนติดผนัง (Wall type) ระบายความร้อนด้วยอากาศ (DIRECT EXPANSION AIR-COOLED SPLIT SYSTEM)

3) การเชื่อมต่อระหว่างส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ (CONDENSING UNIT) และส่วนเครื่องส่งลมเย็น (FAN COIL UNIT) จะต้องสามารถเดินท่อสารทำความเย็นได้

4) คอนเด็นซิ่งยูนิต (CONDENSING UNIT) : ระบายความร้อนด้วยอากาศ ประกอบเรียบร้อยทั้งชุดมาจากโรงงานผู้ผลิต โดยมีรายละเอียด ดังนี้ :-

4.1) ส่วนโครงภายนอก (CASING, CARBINET) ทำด้วยแผ่นโลหะที่ผ่านกระบวนการกันสนิม และกระบวนการเคลือบอบสี หรือวัสดุที่ทนต่อการเป็นสนิม เช่น ไฟเบอร์กลาส หรือพลาสติกอัดแข็ง ที่เหมาะสำหรับการติดตั้งกลางแจ้ง ตัวโครงจะต้องมั่นคงแข็งแรง ไม่สั่นสะเทือน หรือเกิดเสียงดังเมื่อใช้งาน

4.2) คอมเพรสเซอร์ (COMPRESSOR) เป็นแบบหุ้มปิด (HERMETIC TYPE); มอเตอร์มีอุปกรณ์ป้องกันในกรณีที่เกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์

4.3) คอยล์ของคอนเดนเซอร์ (CONDENSER COIL) เป็นท่อทองแดงที่ถูกอัดเข้ากับครีบอลูมิเนียม ซึ่งจะต้องเรียงเป็นระเบียบเรียบร้อยยึดแน่นกับท่อทองแดง และผ่านการทดสอบรอยรั่วและขจัดความชื้นมาจากโรงงานผลิต

4.4) พัดลมของคอนเดนเซอร์ : เป็นแบบใบพัด (PROPELLER) ได้รับการถ่วงสมดุลเรียบร้อยมาจากโรงงานผู้ผลิต ขับเคลื่อนโดยตรงจากมอเตอร์ มีตะแกรงป้องกันอุบัติเหตุ

4.5) มอเตอร์พัดลม : เป็นชนิดมอเตอร์แบบหุ้มปิดมิดชิด; มีระบบรองลื่นแบบตลับลูกปืน หรือแบบปลอก; ที่มีการหล่อลื่นระยะยาว

4.6) ระบบไฟฟ้า 220V / 1 Ø / 50 Hz

4.7) คอนเดนเซอร์ยูนิตที่เลือกใช้ จะต้องมีประสิทธิภาพทำความเย็น; ภายใต้เงื่อนไขอุณหภูมิความชื้นทดสอบอุปกรณ์ ที่สภาวะอากาศเข้าคอยล์เย็น (COOLING COIL) ที่อุณหภูมิ 27°CDB, 19°CWB และอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อน (CONDENSOR COIL) ที่อุณหภูมิ 35°CDB, 24 °CWB

5) เครื่องส่งลมเย็น (FAN COIL UNIT) : ต้องประกอบเรียบร้อยทั้งชุด มาจากโรงงานผู้ผลิต และเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับ คอนเดนเซอร์ยูนิต โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1) ส่วนโครงภายนอก : เป็นแบบที่ตกแต่งเสร็จ ทำด้วยแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการเคลือบและอบสี หรือวัสดุที่ทนต่อการเป็นสนิม เช่น เหล็กกล้า กัลวาไนซ์, ไฟเบอร์กลาส, พลาสติกอัดแรง มีถาดน้ำทิ้งที่หุ้มด้วยฉนวน ในการใช้งานปกติจะต้องไม่เกิดหยดน้ำเกาะที่ภายนอกของตัวโครง และต้องมีหน้ากากจ่ายลมที่สามารถปรับทิศทางการจ่ายลมได้อย่างเป็นอิสระต่อกันทุกด้าน ซึ่งควบคุมอัตโนมัติจากระบบคอนโทรลเลอร์

5.2) พัดลมส่งลมเย็น : เป็นพัดลมแบบ SIROCCO FAN, พัดลมแบบหอยโข่ง (CENTRIFUGAL, TURBO FAN) หรือแบบใบพัดยาว (CROSS FLOW FAN); ขับเคลื่อนโดยตรงด้วยมอเตอร์ ซึ่งสามารถปรับความเร็วได้ไม่น้อยกว่า 2 อัตรา และได้รับการถ่วงสมดุลเรียบร้อยมาจากโรงงานผู้ผลิต

5.3) มอเตอร์ : เป็นชนิดมอเตอร์กระแสตรงหรือกระแสสลับ

5.4) คอยล์เย็น (EVAPORATOR COIL) : เป็นท่อทองแดงที่ถูกอัดเข้ากับครีบอลูมิเนียม ซึ่งผ่านการเรียงเป็นระเบียบเรียบร้อยยึดแน่นกับท่อทองแดง และผ่านการทดสอบรอยรั่วจากโรงงานผู้ผลิต

5.5) ระบบควบคุม : มีสวิตช์ เปิด-ปิดเครื่องและปรับความเร็วรอบพัดลม พร้อมทั้งตัวตรวจวัดอุณหภูมิอยู่ที่เครื่อง หรือเป็นแบบแยก (REMOTE TYPE)

5.6) แผงกรองอากาศเป็นแบบอลูมิเนียม หรือใยสังเคราะห์ หรือ RESIN NET ที่สามารถถอดล้างทำความสะอาดได้

5.7) ระบบไฟฟ้า : 220 V / 1 Ø / 50 Hz

6) ท่อสารทำความเย็น, ท่อน้ำทิ้ง และอุปกรณ์

6.1) ท่อสารทำความเย็น ใช้ท่อทองแดง

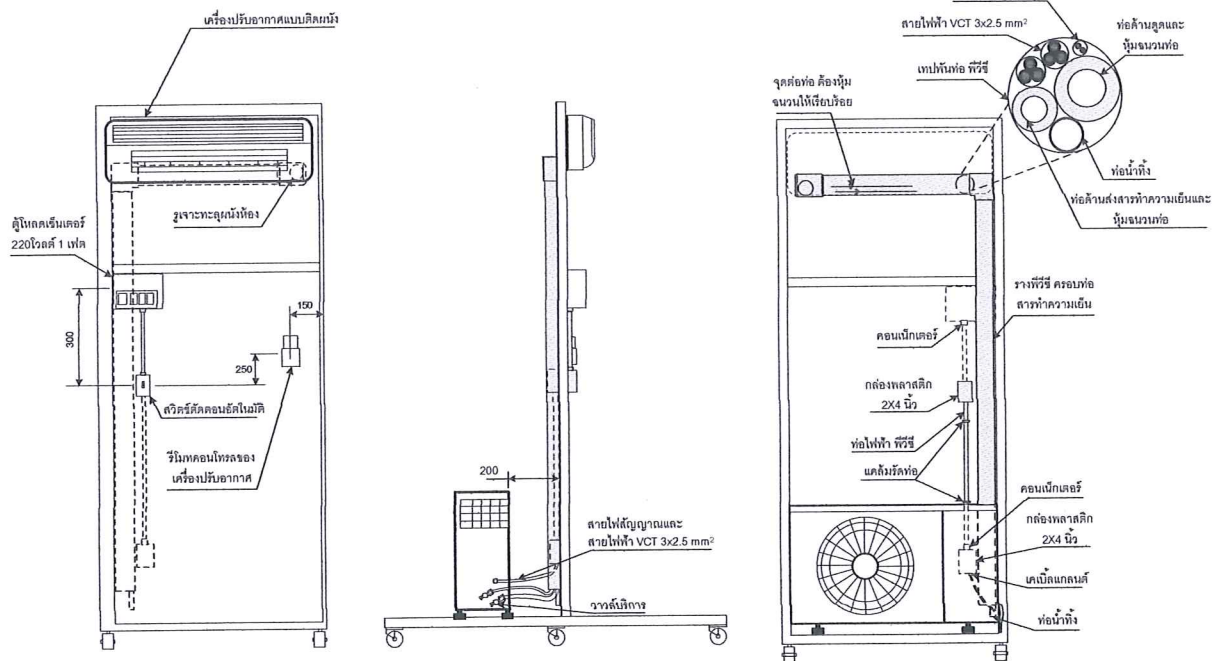
6.2) การวางท่อน้ำทิ้งเป็นแบบลาดลง

6.3) ท่อสารทำความเย็นทั้งหมด จะต้องติดตั้งอยู่ในรางครอบท่อ

6.4) ภายหลังการเชื่อมระบบท่อสารทำความเย็นแล้ว ให้ทำการทดสอบหารอยรั่ว ด้วยก๊าซไนโตรเจน ที่มีความดันไม่ต่ำกว่า 28 กก./ชม² เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง โดยที่ความดันอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ ตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป (0.1 °C/1 กก./ชม²) แล้วจึงเติมสารทำความเย็นเพิ่ม

7) ระบบไฟฟ้าสำหรับเครื่องปรับอากาศ : ผู้ขายต้องจัดหา และติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า สำหรับระบบปรับอากาศตามแบบและรายการประกอบนี้ และอื่น ๆ ที่จำเป็นซึ่ง มิได้กำหนดไว้ โดยการติดตั้งทั้งหมด ต้องเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้า

8) การติดตั้งบนโครงเหล็กมีล้อเลื่อนได้ มีความมั่นคงแข็งแรงและความสวยงาม



รูปตัวอย่าง การติดตั้งเครื่องปรับอากาศบนโครงเหล็กมีล้อเลื่อนได้

Handwritten signatures and initials in blue ink.

4.3 เครื่องวัดความเร็วลม

จำนวน 3 เครื่อง

4.3.1 คุณลักษณะทั่วไป

เป็นเครื่องมือวัดความเร็วลมแบบใบพัดขนาด 50 mm ขึ้นไป แบบสายยึดติดกับตัวเครื่อง สำหรับใช้วัดค่าความเร็วลม อัตราการไหลของลม และอุณหภูมิได้ภายในเครื่องเดียวกัน

4.3.2 คุณลักษณะเฉพาะ

- 1) เป็นอุปกรณ์ที่แสดงผลเป็นตัวเลขดิจิทัล
- 2) หัววัดแบบใบพัดขนาด 50 mm ขึ้นไป พร้อมเซ็นเซอร์สำหรับวัดค่าอุณหภูมิ โดยสามารถวัดค่าข้อมูลอยู่ในช่วงดังต่อไปนี้
 - ความเร็วลม 0.4 ถึง 35 m/s โดยในช่วงความเร็วลม 0.4 ถึง 3 m/s มีค่าความคลาดเคลื่อน (Accuracy) $\pm 3\%$ ของค่าที่วัดได้ ± 0.1 m/s หรือดีกว่า และในช่วงความเร็วลม 3.1 ถึง 35 m/s มีค่าความคลาดเคลื่อน (Accuracy) $\pm 1\%$ ของค่าที่วัดได้ ± 0.3 m/s หรือดีกว่าและมีความละเอียดในการแสดงผลของทั้งสองช่วงที่ 0.1 m/s หรือดีกว่า
 - คำนวณค่าอัตราการไหลของลมได้ตั้งแต่ 0 ถึง 99999 m³/h เมื่อป้อนค่าพื้นที่หน้าตัด (กรณีท่อทรงเหลี่ยม) หรือเส้นผ่านศูนย์กลาง (กรณีท่อทรงกลม) ของจุดที่ทำการวัด โดยมีค่าความคลาดเคลื่อน (Accuracy) $\pm 3\%$ ของค่าที่วัดได้ $\pm 0.03 \times$ พื้นที่ (ในหน่วย cm²) หรือดีกว่า และมีความละเอียดในการแสดงผล 1 m³/h หรือดีกว่า
 - ช่วงวัดอุณหภูมิ -20 ถึง +80°C หรือดีกว่าโดยมีค่าความคลาดเคลื่อน (Accuracy) $\pm 0.4\%$ ของค่าที่วัดได้ $\pm 0.3^\circ\text{C}$ และมีความละเอียดในการแสดงผล 0.1°C หรือดีกว่า
- 3) สามารถเลือกหน่วยการวัดสำหรับใช้งานได้คือความเร็วลม (m/s, fpm, km/h) อัตราการไหลของอากาศ (m³/h, cfm, l/s, m³/s) และอุณหภูมิ (°C, °F)
- 4) หน้าจอแสดงผลชนิด LCD
- 5) ตัวเรือนทำจากวัสดุ ABS มีระดับการป้องกัน IP54 หรือดีกว่า
- 6) มีฟังก์ชันค่าที่วัด แสดงค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด
- 7) ใช้แบตเตอรี่ชนิดอัลคาไลน์
- 8) ช่วงอุณหภูมิบรรยากาศสำหรับนำเครื่องไปใช้งาน 0 ถึง 50°C หรือดีกว่า
- 9) ช่วงอุณหภูมิในการเก็บรักษาเครื่องเมื่อไม่ใช้งาน -20 ถึง +80°C หรือดีกว่า
- 10) สามารถตั้งเวลาในการปิดเครื่องอัตโนมัติเมื่อไม่มีการกดปุ่มใดๆ ได้ตั้งแต่ 0 ถึง 120 นาที
- 11) รับประกันคุณภาพของเครื่องมือ เป็นเวลา 1 ปี

4.4 เครื่องวัดและบันทึกความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ

จำนวน 3 เครื่อง

4.4.1 คุณลักษณะทั่วไป

เป็นเครื่องมือวัดและบันทึกค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ แสง และสามารถใช้งานร่วมกับซอฟต์แวร์สำหรับดาวน์โหลดข้อมูลที่บันทึกไว้หรือแสดงผลการวัดแบบ Online

4.4.2 คุณลักษณะเฉพาะ

- 1) สามารถวัดและบันทึกค่าอุณหภูมิ โดยมีช่วงการวัด -20 ถึง +70°C หรือดีกว่าโดยมีค่าความคลาดเคลื่อน (Accuracy) $\pm 0.4^\circ\text{C}$ ในช่วง 0 ถึง +50°C หรือดีกว่า และ $\pm 0.8^\circ\text{C}$ ในช่วงที่เหลือหรือดีกว่า
- 2) สามารถวัดและบันทึกค่าความชื้นสัมพัทธ์ โดยมีช่วงการวัด 0 ถึง 100%RH โดยมีค่าความคลาดเคลื่อน (Accuracy) $\pm 2\%$ RH ในช่วง 5-95 %RH ที่ในช่วง 15 ถึง +25°C หรือดีกว่า
- 3) สามารถวัดและบันทึกค่าแสง โดยมีช่วงการวัด 0 ถึง +10,000 lux หรือดีกว่า โดยมีค่าความคลาดเคลื่อน (Accuracy) $\pm 10\%$ ของค่าที่วัดได้ +10 lux หรือดีกว่า



- 4) สามารถต่อหัววัดภายนอกที่เป็นอุปกรณ์เสริมสำหรับวัดค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ กระแสและแรงดันไฟฟ้า และแรงดันน้ำ
- 5) สามารถบันทึกค่าในหน่วยความจำได้สูงสุด 1,000,000 ข้อมูล หรือดีกว่า
- 6) สามารถกำหนดระยะเวลาในการบันทึกข้อมูลได้เองโดยผู้ใช้งานตั้งแต่ 1 วินาที ถึง 24 ชั่วโมงต่อค่าหรือดีกว่า
- 7) หน้าจอแสดงผลชนิด LCD แสดงผลเป็นตัวเลขดิจิทัล หรือดีกว่า
- 8) มีสัญลักษณ์แสดงฟังก์ชันการทำงานต่างๆ ของเครื่องบนหน้าจอ
- 9) มีการติดตั้ง Software และใช้งานในการบันทึกข้อมูลและแสดงผลข้อมูลในการวัดร่วมกับคอมพิวเตอร์
- 10) สามารถเลือกโหมดการเริ่มบันทึกค่าได้ และแสดงผลแบบ Online โดยข้อมูลจะถูกแสดงผลและบันทึกลงบนคอมพิวเตอร์
- 11) สามารถเลือกโหมดการหยุดบันทึกได้
- 12) ตัวเครื่องทำจากวัสดุ ABS ที่มีความคงทนแข็งแรง สามารถใช้งานได้กับกลุ่มงานอุตสาหกรรมอาหาร หรือดีกว่า
- 13) สามารถติดตั้งเครื่องได้ทั้งแบบแขวนผนังหรือติดกับวัสดุ
- 14) ใช้แบตเตอรี่ชนิดลิเธียม
- 15) สามารถใช้งานได้ในพื้นที่ทำงานที่มีอุณหภูมิระหว่าง -20 ถึง $+70^{\circ}\text{C}$ หรือดีกว่า
- 16) รับประกันคุณภาพของเครื่องมือ เป็นเวลา 1 ปี

4.5 เครื่องวัดอุณหภูมิชนิดอินฟราเรด

จำนวน 3 เครื่อง

4.5.1 คุณลักษณะทั่วไป

เป็นเครื่องมือวัดอุณหภูมิชนิดอินฟราเรดที่มีช่องต่อหัววัดชนิดเทอร์โมคัปเปิ้ล ที่แสดงผลเป็นตัวเลขดิจิทัล และมีเลเซอร์บอกตำแหน่งในการวัด รวมถึงสามารถปรับค่า emissivity ได้ หรือดีกว่า

4.5.2 คุณลักษณะเฉพาะ

- 1) สามารถวัดค่าอุณหภูมิด้วยหัววัดชนิดอินฟราเรดได้ในช่วง -50 ถึง $+850^{\circ}\text{C}$ โดยมีความละเอียดในการแสดงผล 0.1°C และมีค่า Accuracy ดังนี้
 - ช่วงการวัดระหว่าง -50 ถึง -20°C : $\pm 5^{\circ}\text{C}$ หรือดีกว่า
 - ช่วงการวัดระหว่าง -20 ถึง $+200^{\circ}\text{C}$: $\pm 1.5\%$ ของค่าที่วัดได้ $\pm 2^{\circ}\text{C}$ หรือดีกว่า
 - ช่วงการวัดระหว่าง $+200$ ถึง $+538^{\circ}\text{C}$: $\pm 2\%$ ของค่าที่วัดได้ $\pm 2^{\circ}\text{C}$ หรือดีกว่า
 - ช่วงการวัดระหว่าง $+538$ ถึง $+850^{\circ}\text{C}$: $\pm 3.5\%$ ของค่าที่วัดได้ $\pm 5^{\circ}\text{C}$ หรือดีกว่า
- 2) สามารถปรับค่า Emissivity ได้ตั้งแต่ 0.1 ถึง 1.00 หรือดีกว่า
- 3) มีเลเซอร์บอกตำแหน่งในการวัด
- 4) สามารถวัดค่าอุณหภูมิด้วยหัววัดชนิดเทอร์โมคัปเปิ้ล Type K ได้ในช่วง -40 ถึง $+400^{\circ}\text{C}$ หรือดีกว่า โดยมีความละเอียดในการแสดงผล 0.1°C และมีค่า Accuracy $\pm 1.5\%$ ของค่าที่วัดได้ $\pm 3^{\circ}\text{C}$ หรือดีกว่า
- 5) หน้าจอแสดงผลชนิด LCD
- 6) สามารถตั้งค่าการเตือนสูงและต่ำได้ พร้อมแสดงการเตือนแบบสัญลักษณ์บนหน้าจอและสัญญาณเตือนแบบเสียง
- 7) หน่วยความจำภายในเครื่อง 20 ข้อมูล สามารถเรียกดูผลได้บนหน้าจอ หรือดีกว่า
- 8) ใช้แบตเตอรี่ชนิดอัลคาไลน์
- 9) ช่วงอุณหภูมิบรรยากาศสำหรับนำเครื่องไปใช้งาน 0 ถึง $+50^{\circ}\text{C}$ หรือดีกว่า
- 10) ช่วงอุณหภูมิในการเก็บรักษาเครื่องเมื่อไม่ใช้งาน -20 ถึง $+60^{\circ}\text{C}$ หรือดีกว่า



11) รับประกันคุณภาพของเครื่องมือ เป็นเวลา 1 ปี

4.6 เครื่องวัดค่าแรงดันต่างของอากาศและความเร็วลมในท่อ

จำนวน 3 เครื่อง

4.6.1 คุณลักษณะทั่วไป

เป็นเครื่องมือวัดค่าแรงดันต่างของอากาศและความเร็วลมในท่อเมื่อใช้งานร่วมกับ Pitot Tube ที่แสดงผลเป็นตัวเลขดิจิทัลและสามารถเลือกแสดงผลการวัดในหน่วยต่างๆได้

4.6.2 คุณลักษณะเฉพาะ

1) เป็นเครื่องมือที่สามารถวัดแรงดันต่างของอากาศได้ในช่วง 0 ถึง +1,000 Pa หรือดีกว่า โดยมีค่าความคลาดเคลื่อน (Accuracy) อยู่ในช่วง $\pm 0.5\%$ of reading ± 2 Pa หรือดีกว่า และความละเอียดในการแสดงผล 1 Pa หรือดีกว่า

2) สามารถวัดค่าความเร็วลมในท่อเมื่อต่อใช้งานร่วมกับ Pitot Tube ได้ในช่วง 2 ถึง 40 m/s หรือดีกว่า โดยมีค่าความคลาดเคลื่อน (Accuracy) ± 0.7 m/s (ช่วง 2 ถึง 5 m/s) หรือดีกว่า และ $\pm 0.5\%$ of reading ± 0.3 m/s (ช่วง 5 ถึง 40 m/s) หรือดีกว่า และความละเอียดในการแสดงผล 0.1 m/s หรือดีกว่า

3) สามารถทนแรงดันส่วนเกิน (Overpressure) ได้สูงถึง 250 mbar หรือดีกว่า

4) สามารถเลือกแสดงค่าการวัดในหน่วยการวัดต่างๆของแรงดันได้ 4 หน่วยคือ Pa, mmH₂O, inWg, daPa หรือดีกว่า และหน่วยการวัดความเร็วลมได้ 3 หน่วยคือ m/s, fpm, Km/h หรือดีกว่า

5) สามารถเลือกฟังก์ชันค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดในการวัด หรือดีกว่า

6) แสดงผลเป็นตัวเลขดิจิทัล บนหน้าจอ LCD

7) ฟังก์ชันการปิดเครื่องอัตโนมัติเมื่อไม่ใช้งานโดยตั้งเวลาได้ตั้งแต่ 0 ถึง 120 นาที หรือดีกว่า

8) ข้อต่อวัดแรงดันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 10 mm ทำจากวัสดุ Nickelled Brass หรือดีกว่า

9) ตัวเรือนทำจากวัสดุ ABS ระดับการป้องกัน IP54 หรือดีกว่า

10) ใช้แบตเตอรี่ชนิดอัลคาไลน์

11) ช่วงอุณหภูมิบรรยากาศสำหรับนำเครื่องไปใช้งาน 0 ถึง 50°C หรือดีกว่า

12) ช่วงอุณหภูมิในการเก็บรักษาเครื่องมือไม่ใช้งาน -20 ถึง +80°C หรือดีกว่า

13) รับประกันคุณภาพของเครื่องมือ เป็นเวลา 1 ปี

4.7 คอมพิวเตอร์พกพา(note book)

จำนวน 1 เครื่อง

4.7.1 คุณลักษณะเฉพาะ

1) มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 4 แกนหลัก และ 8 แกนเสมือน (4 core 8 Threads) ที่มี Smart Cache ไม่น้อยกว่า 6M

2) มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB ชนิด DDR4 หรือดีกว่า

3) มีหน่วยความจำสำรองขนาดไม่น้อยกว่า 1TB

4) มีหน่วยประมวลผลภาพชนิด GTX หรือดีกว่า มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 4GB ชนิด DDR5 หรือดีกว่า

5) มีขนาดจอภาพไม่น้อยกว่า 15 นิ้ว

6) สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า Wi-Fi (802.11b/g/n), Blue-tooth

7) มีการเชื่อมต่อ Network ไม่น้อยกว่า 10/100/1000 Mbps

4.8 เครื่องมัลติมีเดียโปรเจคเตอร์

จำนวน 1 เครื่อง

4.8.1 คุณสมบัติเฉพาะ

- 1) ใช้ LCD Panel ขนาดไม่น้อยกว่า 0.67" จำนวน 3 panel หรือดีกว่า
- 2) ให้ความสว่างสูงไม่น้อยกว่า 3600 ANSI lumens มี Contrast ratio ไม่น้อยกว่า 15,000 : 1
- 3) ใช้หลอดไฟ ขนาดไม่เกินกว่า 215 Watts ชนิด UHE lamp หรือดีกว่า
- 4) หลอดมีอายุการใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 10,000 ชั่วโมง ในระบบประหยัด และไม่น้อยกว่า 6,000

ชั่วโมง ในระบบปกติ

- 5) ให้ความละเอียดไม่น้อยกว่า WUXGA หรือดีกว่า
- 6) มีระบบ Wifi 802.11b/g/n ติดตั้งมาภายในตัวเครื่องเป็นอย่างน้อย
- 7) มีช่องต่อสัญญาณ ไม่น้อยกว่าดังต่อไปนี้
- 8) มี Port HDMI ไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 9) มี Port Computer INPUT D-sub 15-pin ไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 10) USB ชนิด A และ B อย่างละไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 11) รับประกันตัวเครื่องจากการใช้งานปกติเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี และ หลอดภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี

หรือ 1000 ชั่วโมง

คุณสมบัติอื่นๆของเครื่องมือวัดทั้งหมด

1. รับประกันสินค้าอย่างน้อย 1 ปี
2. เป็นสินค้าจากอเมริกา ยุโรป หรือญี่ปุ่น
3. มีคู่มือการใช้งาน การบำรุงรักษา ต้นฉบับเป็นภาษาอังกฤษ และฉบับภาษาไทยที่แปลจากต้นฉบับภาษาอังกฤษหรือมีมากกว่าอีก 1 ชุด

5.รายละเอียดอื่นๆ

5.1 ผู้ขายต้องจัดให้มีวิศวกรรับผิดชอบในการรื้อถอนและติดตั้งตามพระราชบัญญัติวิชาชีพวิศวกรรม โดยต้องอยู่ปฏิบัติงานประจำ ณ สถานที่ดำเนินการ

5.2 ผู้ขายต้องเป็นผู้จัดหาเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้ง ส่วนรายละเอียดการติดตั้งที่ไม่ได้ระบุไว้ในร่างขอบเขตของงานนี้ ให้ใช้ตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

5.3 ผู้ขายต้องทำการอบรมการใช้งาน การควบคุม และการบำรุงรักษา ชุดปฏิบัติการปรับอากาศแบบแปรผันสารทำความเย็น และการใช้งานเครื่องมือวัด ให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ล้านนา จำนวนไม่น้อยกว่า 5 คน เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 16 ชั่วโมง ทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ โดยค่าใช้จ่ายในการอบรมต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้ขาย

6. ระยะเวลาการดำเนินการ

150 วัน

7. ระยะเวลาการส่งมอบ

กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ภายใน 150 วัน นับถัดจากวันที่ลงนามในสัญญาซื้อขาย



8. การส่งมอบ

- 8.1 ผู้ขายต้องประกอบโครงฝ้าและฝ้ากลับเข้าสู่ตำแหน่งเดิมและทาสีให้เรียบร้อย
- 8.2 ผู้ขายต้องแนบรายการและรายละเอียดของการทดสอบ พร้อมทั้งแสดงแบบการติดตั้งจริง (Asbuilt Drawing) ทั้งระบบ โดยวิศวกรผู้ควบคุมการติดตั้งจะต้องลงนามรับรองความถูกต้อง แบบนี้ประกอบด้วย แบบขนาด A1 และ A3 ขนาดละ 5 ชุด และไฟล์ Autocad บนที่กึ่งแผ่น CD จำนวน 5 ชุด
- 8.3 ผู้ขายต้องทำคู่มือการใช้งาน การบำรุงรักษาและคู่มือการทดลองชุดปฏิบัติการปรับอากาศแบบแปรผันสารทำความเย็น เพื่อการเรียนรู้การสอนพร้อมบันทึกแผ่น CD จำนวน 5 ชุด และต้องทำแผนผังแสดงวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ เคลือบด้วยพลาสติกใสติดไว้ที่ตู้ควบคุม

9. วงเงินงบประมาณในการจัดหา

จากงบประมาณแผ่นดินประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 จำนวน 2,000,000 บาท (สองล้านบาทถ้วน)

สถานที่ติดต่อเพื่อขอทราบข้อมูลเพิ่มเติมหรือเสนอแนะ วิจารณ์ หรือแสดงความคิดเห็นโดยเปิดเผยตัวได้ที่

สถานที่ติดต่อ งานพัสดุ มทร.ล้านนา
เลขที่ 128 ถนนห้วยแก้ว ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300
โทรศัพท์ 0-5392-1444 ต่อ 1322
โทรสาร 0-53892786
เว็บไซต์ <http://www.rmutl.ac.th>

หากท่านต้องการเสนอแนะ วิจารณ์ หรือมีความเห็นเกี่ยวกับงานดังกล่าวโปรดให้ความเห็นเป็นลายลักษณ์อักษรมายังหน่วยงานโดยเปิดเผยตัว ตามรายละเอียดที่อยู่ข้างต้น โดยในการรับข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะ หรือวิจารณ์ จะต้องส่งให้ถึงมหาวิทยาลัยฯ ภายในระยะเวลาที่กำหนด

กรรมการร่างขอบเขตของงาน

ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการปรับอากาศแบบแปรผันสารทำความเย็น (มทร.ล้านนา ภาควิชาฟ)

| ที่ | ชื่อ - สกุล | ตำแหน่ง | เบอร์โทรศัพท์ | E-mail |
|-----|--------------------------|-----------------------|---------------|--------|
| 1 | นายศรีธร อุปคำ | สาขาวิศวกรรมเครื่องกล | | |
| 2 | นายทวีศักดิ์ ทวีวิทยาการ | สาขาวิศวกรรมเครื่องกล | | |
| 3 | นายจิรศักดิ์ ปัญญา | สาขาวิศวกรรมเครื่องกล | | |

2558
Dr.
Jha.