

## ขอบเขตของงาน (Terms of Reference: TOR)

งานประกวดราคาซื้อ ชุดศึกษาการสูญเสียพลังงานของของไหลเนื่องจากความฝืดในระบบท่อ

จำนวน 1 ชุด

### 1. หลักการและเหตุผล

คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้รับอนุมัติงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2565 จำนวน 1,932,000 บาท (หนึ่งล้านเก้าแสนสามหมื่นสองพันบาทถ้วน) เพื่อจัดหาครุภัณฑ์ชุดศึกษาการสูญเสียพลังงานของของไหลเนื่องจากความฝืดในระบบท่อจำนวน 1 ชุด ครุภัณฑ์ดังกล่าวมีส่วนช่วยในการสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน และงานวิจัยของคณะอุตสาหกรรมเกษตร โดยบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาด้านอุตสาหกรรมเกษตรจำเป็นต้องมีความเข้าใจในหลักการทางวิศวกรรมกระบวนการแปรรูปอาหารเป็นอย่างดี หลักสูตรวิศวกรรมกระบวนการอาหารและหลักสูตรที่เกี่ยวข้องในคณะฯ และนอกคณะฯ ที่มีการออกแบบหลักสูตรให้มีการศึกษาทางทฤษฎีและปฏิบัติการของหน่วยปฏิบัติการต่างๆ และมีการศึกษาถึงการไหลของอาหารเหลว น้ำ และไอน้ำในระบบท่อ ซึ่งระบบท่อประกอบด้วยอุปกรณ์ท่อตรง ข้องอ ข้อต่อ วาล์ว ป้อนเครื่องมือวัดอัตราการไหล ซึ่งการไหลในระบบท่อจะมีความฝืดในระบบท่อ โดยความฝืดขึ้นกับหลายปัจจัยเช่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ ความหนืด ชนิดของท่อ เป็นต้น ผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมอาหารจะได้ใช้ระบบท่อเหล่านี้อยู่เสมอ ดังนั้นในการศึกษาระดับมหาวิทยาลัยนักศึกษาปริญญาตรีประมาณ 300 คน จากสี่สาขาวิชา ได้แก่สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร สาขาวิชาวิศวกรรมกระบวนการอาหาร สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ และสาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ทางทะเล ต้องเรียนหัวข้อนี้ในหลักสูตรฯ เพื่อให้ให้นักศึกษาเข้าใจรูปแบบการไหลของของไหล สามารถเลือกใช้อุปกรณ์ในระบบท่อได้อย่างถูกต้อง จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่นักศึกษาจะได้ฝึกปฏิบัติการเพื่อวัดค่าและคำนวณค่าที่เกี่ยวข้องกับการไหล เพื่อให้มีความเข้าใจและมีความรู้อย่างถ่องแท้ นอกจากนี้ยังเป็นความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับการไหลในระบบท่อเข้ากับเครื่องมือแปรรูปอาหารอื่นๆ เช่น เครื่องระเหย เครื่องกรอง เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน เป็นต้น

### 2. วัตถุประสงค์

- 2.1. เพื่อจัดซื้อชุดศึกษาการสูญเสียพลังงานของของไหลเนื่องจากความฝืดในระบบท่อ จำนวน 1 ชุด
- 2.2. เพื่อใช้ชุดศึกษาฯ สนับสนุนการเรียนการสอนและงานวิจัย

### 3. คุณสมบัติของผู้ประสงค์จะเสนอราคา

- 3.1 ผู้ประสงค์จะเสนอราคาต้องเป็นผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาซื้อด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์
- 3.2 ผู้ประสงค์จะเสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ที่ถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานของทางราชการและได้แจ้งเวียนชื่อแล้ว หรือไม่เป็นผู้ที่ได้รับผลของการสั่งให้นิติบุคคลหรือบุคคลอื่นเป็นผู้ทำงาน ตามระเบียบของทางราชการ

3.3 ผู้ประสงค์จะเสนอราคาต้องไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ประสงค์จะเสนอราคารายอื่น และ/หรือต้องไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ให้บริการตลาดกลางอิเล็กทรอนิกส์ ณ วันประกาศประกวดราคาซื้อด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันราคาอย่างเป็นธรรม

3.4 ผู้ประสงค์จะเสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ประสงค์จะเสนอราคาได้มีคำสั่งให้สละสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น

3.5 บุคคลหรือนิติบุคคลที่จะเข้าเป็นคู่สัญญาต้องไม่อยู่ในฐานะเป็นผู้ไม่แสดงบัญชีรายรับรายจ่าย หรือแสดงบัญชีรายรับรายจ่ายไม่ถูกต้องครบถ้วนในสาระสำคัญ

3.6 บุคคลหรือนิติบุคคลที่จะเข้าเป็นคู่สัญญากับหน่วยงานของรัฐซึ่งได้ดำเนินการจัดซื้อจัดจ้างระบบอิเล็กทรอนิกส์ (e-bidding) ต้องลงทะเบียนในระบบอิเล็กทรอนิกส์ของกรมบัญชีกลาง ที่เว็บไซต์ศูนย์ข้อมูลจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ

3.7 คู่สัญญาต้องรับและจ่ายเงินผ่านบัญชีธนาคาร เว้นแต่การจ่ายเงินแต่ละครั้งซึ่งมีมูลค่าไม่เกินสามหมื่นบาท คู่สัญญาอาจจ่ายเป็นเงินสดก็ได้

3.8 ผู้ประสงค์จะเสนอราคาที่ได้รับการคัดเลือก ต้องปฏิบัติตามประกาศคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามการทุจริตแห่งชาติ เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการจัดทำและแสดงบัญชีรายการรับจ่ายของโครงการที่บุคคลหรือนิติบุคคลเป็นคู่สัญญากับหน่วยงานของรัฐ พ.ศ. 2554

#### 4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

เป็นชุดทดลองที่ใช้ในการศึกษาการวัดความผิดของการไหลในท่อ วาล์ว และ ข้อต่อท่อ สามารถผันแปรอัตราการไหลโดยปริมาตรเพื่อคำนวณความเร็วได้ ตลอดจนมีอุปกรณ์วัดอัตราการไหลเบื้องต้น เช่น แบบเวนจูรี แบบออริฟิซ และแบบพีโตต ชุดทดลองประกอบด้วยปั้มน้ำ ไต้อะลอลศาสตร์ และอุปกรณ์วัดต่างๆ การหาการสูญเสียแรงเสียดทานและสัมประสิทธิ์การไหล วัดโดยมาโนมิเตอร์ต่อคร่อมระหว่างสองจุด ชุดทดลองถูกติดตั้งบนฐานตั้งที่มีล้อเลื่อนพร้อมตัวล้อคล้อ ซึ่งประกอบด้วย

4.1. อุปกรณ์สำหรับทดสอบความเสียดทานต่างๆ ซึ่งเป็นท่อสเตนเลสสตีล หรือดีกว่า ที่ติดตั้งบนฐานตั้งที่มีล้อเลื่อน และมีตัวล้อคล้อ และประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ไม่น้อยกว่านี้

4.1.1. ท่อโลหะตรงผิวเรียบ ความยาวไม่น้อยกว่า 1 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางขนาดต่างๆ จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ขนาด ดังนี้

4.1.1.1. เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 17.2 mm เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 19.1 mm

4.1.1.2. เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 10.9 mm เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 12.7 mm

4.1.1.3. เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 7.7 mm เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 9.5 mm

4.1.1.4. เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 4.5 mm เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 6.4 mm

4.1.2. ท่อโลหะตรงผิวขรุขระ ความยาวไม่น้อยกว่า 1 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 15.2 mm เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 19.1 mm

4.1.3. ข้อต่อ ข้อต่อแบบต่างๆ มีรายการดังต่อไปนี้ หรือมากกว่า

4.1.3.1. 90° bends (large radii)

4.1.3.2. 90° bends (small radii)

4.1.3.3. 90° elbow

4.1.3.4. 90° mitre

- 4.1.3.5. ท่อแยกตัวที่ 90 ° T
- 4.1.3.6. 45°elbow
- 4.1.3.7. ท่อแยกตัววอย 45 ° Y
- 4.1.3.8. Sudden Enlargement
- 4.1.3.9. Sudden Contraction
- 4.1.4. วาล์วแบบ Gate, Globe และ Ball หรือมากกว่า
- 4.1.5. Inline strainer
- 4.1.6. อุปกรณ์วัดอัตราการไหลเบื้องต้นแบบต่าง ๆ ดังนี้
  - 4.1.6.1. แบบ เวนจูรี ท่อทำด้วยอะคริลิกใส
  - 4.1.6.2. แบบ ออร์ฟิช ท่อทำด้วยอะคริลิกใส
  - 4.1.6.3. แบบ พิโตต ท่อทำด้วยอะคริลิกใส
- 4.2. มานอมิเตอร์แบบน้ำสำหรับวัดความดันคร่อมอุปกรณ์ได้ไม่ต่ำกว่า 1 mH<sub>2</sub>O
- 4.3. อุปกรณ์วัดความดันแบบดิจิตอล
  - 4.3.1. สามารถวัดความดันน้ำหรืออากาศได้ตั้งแต่ 0 - 2000 mBar (0 – 1500 mmHg)
  - 4.3.2. มีค่าความละเอียดความดันน้ำหรืออากาศไม่ต่ำกว่า 1 mBar (1 mmHg)
  - 4.3.3. มีค่าความคลาดเคลื่อนความดันน้ำหรืออากาศไม่มากกว่า ±0.2% สำหรับสเกลวัดสูงสุด
  - 4.3.4. สามารถทนความดันได้สูงสุด 6200 mBar (4650 mmHg)
  - 4.3.5. สามารถแสดงหน่วยการวัดความดันเป็น mBar, mmHg, psi, inH<sub>2</sub>O, inHg, kPa, cmH<sub>2</sub>O, kg/cm<sup>2</sup> ได้
  - 4.3.6. สามารถวัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 0 - 50 °C
  - 4.3.7. สามารถวัดความชื้นสัมพัทธ์ได้ตั้งแต่ 10 - 90% RH ขณะไม่มีการควบแน่น
  - 4.3.8. ป้องกันฝุ่นและกันน้ำในระดับ IP67 หรือในระดับที่ดีกว่า
  - 4.3.9. ข้อต่อ BSP ที่ตัวเครื่องขนาด 1/8 นิ้ว สำหรับต่อท่ออ่อน 6 mm/9 mm
  - 4.3.10. แบตเตอรี่ชนิด MN1604 สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 90 ชั่วโมง
- 4.4. โปรแกรมช่วยประมวลผลการทดลอง
  - 4.4.1. สามารถป้อนข้อมูลจากเครื่องมือวัดเพื่อประมวลผลการทดลอง
  - 4.4.2. สามารถแสดงรูปภาพของชุดการทดลองผลแบบตาราง และแบบกราฟได้
  - 4.4.3. สามารถคำนวณอัตราการสูญเสียในท่อ ข้องอ ข้อต่อ วาล์วได้
  - 4.4.4. ไฟล์ข้อมูลที่ได้จากการวัด สามารถเปิดในโปรแกรม Microsoft excel ได้
- 4.5. โຕະชลศาสตร์
  - 4.5.1. เป็นโຕະสำหรับจ่ายน้ำไปยังอุปกรณ์การทดลองและวัดอัตราการไหลโดยการวัดปริมาตร เพื่อใช้กับอุปกรณ์ทดลองประกอบอื่นๆ บนพื้นโຕະ
  - 4.5.2. มีช่องวางน้ำเปิดและถังสำหรับวัดปริมาตร พร้อมพื้นที่วางสำหรับวางอุปกรณ์ทดลอง ถังวัดปริมาตรแบ่งเป็น 2 ระดับ
  - 4.5.3. ถังเก็บน้ำมีขนาดความจุไม่น้อยกว่า 250 ลิตร มีวาล์วระบายน้ำทั้งด้านล่าง
  - 4.5.4. มีระดับน้ำแบบตาไก่สำหรับเช็คระดับของโຕະให้อยู่ในแนวราบ จำนวน 1 อัน

- 4.5.5. ถังวัดปริมาตรเป็นชิ้นเดียวกับพื้นโต๊ะด้านบนโดยตัวถังวัดปริมาตรพร้อมสเกลแบ่งเป็น 2 ระดับ สำหรับวัดอัตราการไหลต่ำ ขนาดไม่น้อยกว่า 6 ลิตร และวัดอัตราการไหลสูง ขนาดไม่น้อยกว่า 40 ลิตร
- 4.5.6. มีปั้มน้ำขนาดไม่น้อยกว่า 0.25kW จ่ายน้ำได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 80 litres/min แรงดันสูงสุด (Max. Head) ไม่น้อยกว่า 8.3 mH<sub>2</sub>O
- 4.5.7. ระบบไฟฟ้าที่ใช้เป็นแบบ 220 Volt 1 Phase 50 Hz มีอุปกรณ์ประกอบและติดตั้งพร้อมเดินสายไฟให้สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้าของหน่วยงานที่มีอยู่ได้เป็นอย่างดี
- 4.6. ชุดวัดอุณหภูมิภายในพื้นที่ปฏิบัติการ สามารถส่งค่าอุณหภูมิที่จุดต่างๆ ไปแสดงยังหน้าจอโทรศัพท์มือถือ ในระบบ IOS หรือ Android ผ่านระบบ Wi-Fi ได้
- 4.6.1. เป็นเซนเซอร์แบบ All in one เชื่อมต่อไร้สายผ่าน Bluetooth ใช้ได้กับ tablet ที่ใช้ระบบ IOS หรือ Android และสำหรับสมาร์ตโฟนที่ใช้ระบบ Android
- 4.6.2. มี Application สำหรับไหลด์ใช้งานได้ฟรี
- 4.6.2.1. สามารถ download เพื่อใช้งานได้ทั้งระบบปฏิบัติการ Android และ IOS
- 4.6.2.2. สามารถแสดงค่าการวัดเป็นตัวเลขแบบ Real time
- 4.6.2.3. สามารถแสดงผลในรูปแบบ Graphic gauge ได้
- 4.6.2.4. สามารถแสดงผลในรูปแบบกราฟการเปลี่ยนแปลงเปรียบเทียบกับ เวลาในหน่วยวินาที
- 4.6.2.5. มีเครื่องมือที่ใช้ในการย่อและขยายกราฟ เพื่อตรวจสอบและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลการวัด
- 4.6.2.6. มีเครื่องมือที่ใช้ในการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่วัดได้
- 4.6.2.7. มีฟังก์ชันในการจับเวลา และฟังก์ชันในการตั้งเวลานับถอยหลัง
- 4.6.2.8. สามารถตั้งค่าอัตราการส่งข้อมูล (Sampling rate) ได้
- 4.6.2.9. ในขณะที่ทำการวัด สามารถบันทึกรูปภาพ—วิดีโอ—เสียง—ข้อความ และพิกัดของตำแหน่งที่กำลังทำการทดลองได้
- 4.6.2.10. สามารถ export ข้อมูลในรูปแบบไฟล์และสามารถแชร์ผ่านอีเมลล์ หรือ Line application ได้
- 4.6.2.11. ไฟล์ข้อมูลที่ได้จากการวัด สามารถเปิดในโปรแกรม Microsoft Excel ได้
- 4.6.3. ใช้เทคโนโลยี Bluetooth 4 หรือดีกว่า
- 4.6.4. การเชื่อมต่อและใช้งาน (Plug & Play) เพียงแค่เปิดสวิตซ์ของตัวเซนเซอร์และเปิดโปรแกรมเพื่อเลือกการเชื่อมต่อกับเซนเซอร์
- 4.6.5. มีช่วงการวัดอุณหภูมิอยู่ที่ -40 ถึง 120 °C
- 4.6.6. มีค่าความละเอียดในการอ่านค่าอุณหภูมิ 0.01 °C
- 4.6.7. ค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดอุณหภูมิ ±0.5 °C
- 4.6.8. อัตราการรับส่งข้อมูลสูงสุด 10 Hz
- 4.6.9. ตัวเครื่องแข็งแรงทนทาน มีมาตรฐานการป้องกันในระดับ IP67 หรือระดับที่ดีกว่า
- 4.6.10. ระยะการเชื่อมต่อแบบไม่มีสิ่งกีดขวางโดยประมาณ 30 เมตร หรือมากกว่า
- 4.6.11. ใช้งานได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 5-40 °C ความชื้นไม่น้อยกว่า 80%
- 4.6.12. มีปุ่มเปิด-ปิด สามารถเปิด-ปิด ได้โดยการกดค้างไว้มากกว่า 3 วินาที

- 4.7. คอมพิวเตอร์แสดงผล พร้อมอุปกรณ์ พร้อมใช้งาน จำนวน 1 ชุด
- 4.7.1. มีหน่วยประมวลผลกลางชนิด Intel Core i5 ความเร็วในการประมวลผลไม่น้อยกว่า 2.0 GHz หรือดีกว่า
- 4.7.2. มีหน่วยความจำหลักชนิด DDR ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 4 GB หรือดีกว่า
- 4.7.3. มีหน่วยความจำสำรองขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 GB หรือดีกว่า
- 4.7.4. มีหน้าจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 18 นิ้ว หรือดีกว่า
- 4.8. เมื่อติดตั้งแล้วจะต้องทำงานได้ทันที และทำงานได้เป็นอย่างดี โดยไม่ต้องจัดหาอุปกรณ์อื่นๆ เพิ่มเติมอีก
- 4.9. เป็นผลิตภัณฑ์จากโรงงานที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001 และ CE หรือมากกว่า
- 4.10. ผู้เสนอราคาเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากโรงงานผู้ผลิตเพื่อประสิทธิภาพในการบริการหลังการขาย
- 4.11. มีคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ อย่างน้อย 2 ชุด
- 4.12. รับประกันคุณภาพจากการใช้งานปกติ 1 ปี โดยหากเครื่องมือเกิดปัญหาไม่สามารถทำงานได้ปกติทางบริษัทจะต้องส่งช่างผู้เชี่ยวชาญเข้ามาตรวจสอบโดยทันทีในระยะเวลาไม่เกิน 7 วันทำการเมื่อผู้จัดซื้อร้องขอ และต้องดำเนินการซ่อมแซมทำให้เครื่องมือใช้งานได้ภายในระยะเวลาไม่เกิน 5 วันทำการนับตั้งแต่วันที่มาตรวจสอบซึ่งต้องดำเนินการให้เครื่องสามารถใช้งานได้ ยกเว้นกรณีจำเป็นต้องสั่งซื้ออะไหล่จากต่างประเทศ) ปกติภายในระยะเวลาไม่เกิน 90 วันทำการนับตั้งแต่วันที่มาตรวจสอบ หรือตามระยะเวลาที่ผู้จัดซื้อและผู้จำหน่ายตกลงกัน
- 4.13. มีการสาธิตการใช้งานเครื่องทดลองให้แก่ผู้ใช้เครื่องจนผู้ใช้สามารถใช้งานได้ (โดยสามารถนัดหมายภายหลังการตรวจรับเสร็จสิ้นได้)
- 4.14. เริ่มนับวันรับประกันคุณภาพจากการใช้งานเครื่องหลังจากการสาธิตการใช้งานเครื่องทดลองให้แก่ผู้ใช้เครื่อง

## 5. ระยะเวลาการดำเนินการ

180 วัน

## 6. ระยะเวลาส่งมอบของหรืองาน

180 วัน

## 7. วงเงินในการจัดหา

1,932,000 บาท (หนึ่งล้านเก้าแสนสามหมื่นสองพันบาทถ้วน)

## 8. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

เกณฑ์ราคา

9. สถานที่ติดต่อเพื่อขอทราบข้อมูลเพิ่มเติมและส่งข้อเสนอแนะ วิจัยาณ์ หรือแสดงความคิดเห็น

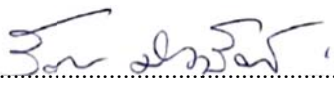
คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

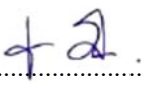
155 หมู่ที่ 2 ต.แม่เหียะ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50100

โทรศัพท์ 053-948209

ขอรับรองว่าการกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของงาน เป็นไปตามพระราชบัญญัติ การจัดซื้อจัดจ้าง และการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 มาตรา 9 การกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุที่จะทำการจัดซื้อจัดจ้าง ให้หน่วยงานของรัฐคำนึงคุณภาพ เทคนิค และวัตถุประสงค์ของการจัดซื้อจัดจ้างพัสดุนั้น และห้ามมิให้ กำหนดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุให้ใกล้เคียงกับยี่ห้อใดยี่ห้อหนึ่งหรือของผู้ขายรายใดรายหนึ่งโดยเฉพาะ เว้นแต่พัสดุที่จะทำการจัดซื้อจัดจ้างตามวัตถุประสงค์นั้นมียี่ห้อเดียวหรือจะต้องใช้อะไหล่ของยี่ห้อใด ก็ให้ระบุยี่ห้อ นั้นได้

ลงชื่อ..........ประธานกรรมการ  
( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทวรา ปฐมรังษิยงกุล )

ลงชื่อ..........กรรมการ  
( รองศาสตราจารย์ ดร.รัตนา ม่วงรัตน์ )

ลงชื่อ..........กรรมการและเลขานุการ  
( นางสาวสุรินทร์พร ศรีไพโรสนธิ )