

ร่างขอบเขตของงาน (Terms of Reference : TOR)
ชุดเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ใช้สำหรับศึกษาพฤติกรรมผลการไหล
เพื่อเก็บข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพเชิงหน้าที่
ตำบลแม่เหียะ อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

๑. ความเป็นมา

คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีชุดศึกษาการแลกเปลี่ยนความร้อนและพฤติกรรม การไหลของอาหารและสารละลายของสารสำคัญ รองรับการเรียนการสอน การวิจัยสำหรับหลักสูตรทางด้าน วิศวกรรมอาหารและวิศวกรรมชีวกระบวนการของการแปรรูปอาหารและไม่ใช่อาหาร ทั้งระดับปริญญาตรีและ ระดับบัณฑิตศึกษา คิดเป็นจำนวนนักศึกษาประมาณ ๓๒๐ คน แต่ปัจจุบันนี้เครื่องชำรุดใช้งานไม่ได้เต็มที่ เนื่องจากเป็นเครื่องที่ซื้อมานานมากประมาณ ๒๕ ปีแล้ว ผ่านการใช้งานมาอย่างคุ้มค่าเพื่อให้นักศึกษาได้มี ความรู้ตามมาตรฐานของสาขาเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเกษตรและอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งจำเป็นต้องมีความ เข้าใจถึงหลักการถ่ายเทความร้อน ปริมาณความร้อนในกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้อุณหภูมิของอาหารตามที่ ต้องการ และรูปแบบการไหลของอาหารทั่วไปและอาหารเชิงหน้าที่เพื่อให้ได้เนื้อสัมผัสของอาหารที่ตรงตาม ความต้องการของผู้บริโภค และการออกแบบเครื่องมือ สายการผลิตอาหาร

อาหารเชิงหน้าที่ หรืออาหารฟังก์ชัน (functional Foods) คืออาหารเพื่อสุขภาพที่ประกอบด้วย สารสำคัญหรือสารออกฤทธิ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย และมีส่วนช่วยป้องกัน และลดความเสี่ยงในการเกิดโรคต่างๆ ได้ เช่น ลดระดับน้ำตาลในเลือด ลดคอเลสเตอรอล เสริมสร้างภูมิคุ้มกัน พื้นฟูสภาพร่างกาย อาหารฟังก์ชันยังรวมถึงการพัฒนาอาหารที่มีความเหมาะสมกับผู้บริโภคเฉพาะกลุ่ม เช่น ผู้สูงอายุ โดยกลไกที่จะช่วยให้ผู้ประกอบการพัฒนาระดับวัตถุดิบที่มีผู้ผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเชิงหน้าที่ได้สำเร็จ คือ “การวิจัยพัฒนา” ความต้องการอาหารเพื่อสุขภาพเชิงหน้าที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทางคณะอุตสาหกรรม เกษตรจึงจำเป็นต้องจัดหา ชุดเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ใช้สำหรับศึกษาพฤติกรรมผลการไหลเพื่อเก็บข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพเชิงหน้าที่ เพื่อรองรับการผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ และรองรับ งานวิจัยและบริการวิชาการทำงานร่วมกับภาคเอกชน ไม่ว่าจะเป็นกลุ่มผู้ประกอบการ SMEs start up และ โรงงานอุตสาหกรรมอาหารชั้นนำ

๒. วัตถุประสงค์

เพื่อจัดซื้อครุภัณฑ์ “ ชุดเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ใช้สำหรับศึกษาพฤติกรรมผลการไหลเพื่อเก็บข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพเชิงหน้าที่” สำหรับใช้ในการเรียนการสอน การวิจัย และบริการ วิชาการของคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

๓. คุณสมบัติผู้ยื่นข้อเสนอ

- ๓.๑ มีความสามารถตามกฎหมาย
- ๓.๒ ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย
- ๓.๓ ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ

๓.๔ ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง

๓.๕ ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย

๓.๖ มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและ การบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

๓.๗ เป็นนิติบุคคล ผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาซื้อด้วยวิธีประกวดราคา อิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว

๓.๘ ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่คณะอุตสาหกรรม เกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการ ขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรม ในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

๓.๙ ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่น ข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์ความคุ้มกันเช่นนั้น

๓.๑๐ ผู้ยื่นข้อเสนอที่ยื่นข้อเสนอในรูปแบบของ "กิจการร่วมค้า" ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าจะต้องมีการกำหนดสัดส่วนหน้าที่และความรับผิดชอบในปริมาณงานสิ่งของหรือ มูลค่าตามสัญญาของผู้เข้าร่วมค้าหลักมากกว่าผู้เข้าร่วมค้ารายอื่นทุกราย

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก กิจการ ร่วมค่านั้นต้องใช้ผลงานของผู้เข้าร่วมค้าหลักรายเดียวเป็นผลงานของกิจการร่วมค้าที่ยื่นข้อเสนอ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ผู้เข้าร่วม ค้าทุกรายจะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในเอกสารเชิญชวน

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้มีการมอบหมายผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่น ข้อเสนอ ในนามกิจการร่วมค้า การยื่นข้อเสนอดังกล่าวไม่ต้องมีหนังสือมอบอำนาจ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้ยื่นข้อเสนอผู้เข้าร่วมค้า ทุกรายจะต้องลงลายมือชื่อในหนังสือมอบอำนาจให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอในนามกิจการร่วมค้า

๓.๑๑ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement : e - GP) ของกรมบัญชีกลาง

๓.๑๒ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ ดังนี้

(๑) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยซึ่งได้จดทะเบียน เกินกว่า ๑ ปี ต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ จากผลต่างระหว่างสินทรัพย์สุทธิหักด้วยหนี้สินสุทธิที่ปรากฏ ในงบแสดงฐานะ การเงินที่มีการตรวจรับรองแล้ว ซึ่งจะต้องแสดงค่าเป็นบวก ๑ ปีสุดท้ายก่อนวันยื่นข้อเสนอ

(๒) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทย ซึ่งยังไม่มีกรารายงาน งบ แสดงฐานะการเงินกับกรมพัฒนาธุรกิจการค้า ให้พิจารณาการกำหนดมูลค่าของทุนจดทะเบียน โดยผู้ยื่น ข้อเสนอจะต้องมีทุนจดทะเบียนที่เรียกชำระมูลค่าหุ้นแล้ว ณ วันที่ยื่นข้อเสนอ ไม่ต่ำกว่า ๑ ล้านบาท

(๓) สำหรับการจัดซื้อจัดจ้างครั้งหนึ่งที่มีวงเงินเกิน ๕๐๐,๐๐๐ บาทขึ้นไป กรณีผู้ยื่น ข้อเสนอ เป็นบุคคลธรรมดาให้พิจารณาจากหนังสือรับรองบัญชีเงินฝากไม่เกิน ๙๐ วัน ก่อนวันยื่นข้อเสนอ โดยต้องมี เงินฝากคงเหลือในบัญชีธนาคารเป็นมูลค่า ๑ ใน ๔ ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการ ที่ยื่นข้อเสนอในแต่ละครั้ง และหากเป็นผู้ชนะการจัดซื้อจัดจ้างหรือเป็นผู้ได้รับการคัดเลือกจะต้องแสดงหนังสือ รับรองบัญชีเงินฝากที่มีมูลค่าดังกล่าวอีกครั้งหนึ่งในวันลงนามในสัญญา

(๔) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอไม่มีมูลค่าสุทธิของกิจการหรือทุนจดทะเบียนหรือมี แต่ไม่เพียงพอที่จะเข้ายื่นข้อเสนอ ผู้ยื่นข้อเสนอสามารถขอวงเงินสินเชื่อ โดยต้องมีวงเงินสินเชื่อ ๑ ใน ๔ ของมูลค่า งบประมาณของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอในแต่ละครั้ง (สินเชื่อที่ธนาคารภายในประเทศ หรือบริษัท เงินทุนหรือบริษัทเงินทุนหลักทรัพย์ที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการเงินทุนเพื่อการพาณิชย์ และประกอบ ธุรกิจค้าประกันตามประกาศของธนาคารแห่งประเทศไทย ตามรายชื่อบริษัทเงินทุนที่ธนาคาร แห่งประเทศไทย แจ้งเวียนให้ทราบ โดยพิจารณาจากยอดเงินรวมของวงเงินสินเชื่อที่สำนักงานใหญ่รับรองหรือ ที่สำนักงาน สาขารับรอง (กรณีได้รับมอบอำนาจจากสำนักงานใหญ่) ซึ่งออกให้แก่ผู้ยื่นข้อเสนอ นับถึงวันยื่นข้อเสนอ ไม่เกิน ๙๐ วัน)

(๕) กรณีตาม (๑) - (๔) ยกเว้นสำหรับกรณีดังต่อไปนี้

(๕.๑) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอเป็นหน่วยงานของรัฐ

(๕.๒) นิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยที่อยู่ระหว่างการฟื้นฟูกิจการตาม พระราชบัญญัติล้มละลาย (ฉบับที่ ๑๐) พ.ศ. ๒๕๖๑

๔. ขอบเขตของงาน

มาตรฐานและคุณลักษณะเฉพาะ

ชุดเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ใช้สำหรับศึกษาพฤติกรรมการไหลเพื่อเก็บข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนา ผลลัพธ์อาหารเพื่อสุขภาพเชิงหน้าที่

ลักษณะทั่วไป

เป็นชุดทดลองที่ใช้ในการศึกษาการแลกเปลี่ยนความร้อนและพฤติกรรมการไหล สามารถศึกษา หลักการแลกเปลี่ยนความร้อนผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนหลากหลายชนิด เช่น อุปกรณ์แลกเปลี่ยน ความร้อนแบบท่อ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแผ่น และอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบ Jacketed Vessel With Coil & Stirrer และสามารถใช้ศึกษาพฤติกรรมการไหลของของไหล มีชุดทดลองกลศาสตร์ของ ไหลในทฤษฎีเบอร์นูลลี ชุดทดลองกลศาสตร์ของไหลในทฤษฎีเบอร์โพรงอากาศ (Cavitation Demonstration) ชุดทดลองกลศาสตร์ของไหลเกี่ยวกับไฮโดรสแตติกส์และอุปกรณ์วัดความดัน (Fluid Statics and Manometry) รวมถึงชุดทดลองกลศาสตร์ของไหลเกี่ยวกับปั๊มน้ำที่ต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน (Series & Parallel Pumps)

คุณลักษณะเฉพาะ

๑. เครื่องมือศึกษาการแลกเปลี่ยนความร้อน พร้อมหน่วยประมวลผลและควบคุมการทำงาน

๑.๑ มีอ่างควบคุมอุณหภูมิสำหรับส่งผ่านสารทำอุณหภูมิเข้าสู่อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน

๑.๑.๑ อ่างผลิตจากวัสดุอะคริลิกใสเพื่อง่ายต่อการมองเห็น ภายในประกอบด้วยอุปกรณ์ให้ความ ร้อนแบบไฟฟ้าขนาดไม่น้อยกว่า ๒ กิโลวัตต์ สามารถทำอุณหภูมิสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า ๗๕ องศาเซลเซียสและมีเซ็นเซอร์ตรวจวัดปริมาตรของเหลวและระบบตัดอุณหภูมิแบบอัตโนมัติ

- ๑.๑.๒ ติดตั้งปั๊มสำหรับไหลเวียนน้ำชนิด Centrifuge pump เพื่อไหลเวียนน้ำจากอ่างควบคุมอุณหภูมิไปยังอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน โดยสามารถควบคุมความเร็วผ่านซอฟต์แวร์ควบคุม
- ๑.๑.๓ มีอุปกรณ์ตรวจวัดอัตราการไหลที่รองรับการใช้งานในช่วง ๐.๓ ถึง ๑๐ ลิตรต่อนาที มีความละเอียดของการรายงานผลที่ไม่น้อยกว่า ๐.๑ ลิตรต่อนาที
- ๑.๑.๔ สามารถปรับทิศทางการไหลของน้ำได้ ทั้งการไหลแบบ Co-Current และ Counter-Current
- ๑.๑.๕ สามารถเชื่อมต่อบนน้ำเย็นได้จากภายนอก โดยสามารถปรับแรงดันขาเข้าได้จากอุปกรณ์ปรับแรงดัน และปรับอัตราการไหลได้จากซอฟต์แวร์ควบคุมการทำงาน
- ๑.๑.๖ มีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมคัปเปิล ชนิด K และ T ที่สามารถตรวจวัดอุณหภูมิได้ในช่วง ๐ ถึง ๗๕ องศาเซลเซียสที่ความละเอียดไม่น้อยกว่า ๐.๑ องศาเซลเซียส
- ๑.๑.๗ รองรับการแข่งขันต่อคอมพิวเตอร์ภายนอกผ่านทางพอร์ต USB โดยสามารถรายงานพารามิเตอร์และแสดงไดอะแกรมของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำการทดลองได้ พร้อมทั้งเก็บบันทึกพารามิเตอร์ (Data logging) และแสดงความสัมพันธ์ในรูปแบบกราฟได้

๑.๒ รองรับหัวข้อการศึกษาการแลกเปลี่ยนความร้อนได้ ดังนี้

- ๑.๒.๑ รองรับการสาธิตการให้ความร้อน/ความเย็นแบบ Indirect โดยการถ่ายเทความร้อนจากของไหลหนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งเมื่อกันด้วยผนังที่ขี้
- ๑.๒.๒ ศึกษาการหาสมมูลพลังงาน (สมมูลความร้อน) และการคำนวณประสิทธิภาพโดยการวัดอัตราการไหลและการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในกระแสของไหลร้อนและเย็น
- ๑.๒.๓ ศึกษาความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนความร้อนประเภทต่าง ๆ และการเปรียบเทียบความแตกต่างในการทำงานและประสิทธิภาพ
- ๑.๒.๔ ศึกษาการใช้ Logarithmic Mean Temperature Difference (LMTD) ในการคำนวณการถ่ายเทความร้อน
- ๑.๒.๕ ศึกษาความหมายและการวัดค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนโดยรวม (U)
- ๑.๒.๖ การสาธิตความแตกต่างการทำงานแบบ Co-Current และ Counter-Current
- ๑.๒.๗ การสาธิตการเปลี่ยนจากการไหลเชิงเส้นเป็นการไหลแบบปั่นป่วน
- ๑.๒.๘ ศึกษาผลของอัตราการไหลของของเหลวร้อนและเย็นต่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน
- ๑.๒.๙ ศึกษาผลของส่วนต่างของอุณหภูมิที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน
- ๑.๒.๑๐ การตรวจสอบการสูญเสียความร้อนและการลดลงของค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเนื่องจากการเปราะเปื้อนของพื้นผิวถ่ายเทความร้อน

๑.๓ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อ (Tubular Heat Exchanger)

- ๑.๓.๑ สามารถติดตั้งบนเครื่องมือศึกษาการแลกเปลี่ยนความร้อนได้ โดยเชื่อมต่อกับชุดไหลเวียนน้ำด้วยข้อต่อเร็ว (Quick connect)
- ๑.๓.๒ มีจำนวนท่อแลกเปลี่ยนความร้อนจำนวนสองท่อ โดยที่แต่ละท่อสามารถไหลเวียนน้ำร้อนได้ภายในท่อด้านในและไหลเวียนน้ำเย็นได้จากท่อด้านนอก
- ๑.๓.๓ ท่อแลกเปลี่ยนความร้อนภายในผลิตจากวัสดุสแตนเลสสตีล และท่อภายนอกผลิตจากวัสดุอะคริลิก เพื่อต่อการมองเห็น
- ๑.๓.๔ มีพื้นที่สำหรับการแลกเปลี่ยนความร้อนขนาดไม่น้อยกว่า ๐.๐๒ ตารางเมตร

๑.๔ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น (Plate Heat Exchanger)

- ๑.๔.๑ สามารถติดตั้งบนเครื่องมือศึกษาการแลกเปลี่ยนความร้อนได้ โดยเชื่อมต่อกับชุดไหลเวียนน้ำ ด้วยข้อต่อเร็ว (Quick connect)
- ๑.๔.๒ มีจำนวนแผ่นแลกเปลี่ยนความร้อนจำนวนไม่น้อยกว่า ๑๐ แผ่น โดยที่แต่ละแผ่นจะมีขนาดช่องว่างระหว่างแผ่นอยู่ที่ ๒.๑ มิลลิเมตร และมีพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนขนาดไม่น้อยกว่า ๐.๑๒ ตารางเมตร
- ๑.๔.๓ แผ่นแลกเปลี่ยนความร้อนผลิตจากวัสดุสแตนเลสสตีล

๑.๕ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบเปลือกและท่อ (Shell and Tube Heat Exchanger)

- ๑.๕.๑ สามารถติดตั้งบนเครื่องมือศึกษาการแลกเปลี่ยนความร้อนได้ โดยเชื่อมต่อกับชุดไหลเวียนน้ำ ด้วยข้อต่อเร็ว (Quick connect)
- ๑.๕.๒ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบเปลือกและท่อ มีจำนวนท่อแลกเปลี่ยนความร้อนจำนวนไม่น้อยกว่า ๗ ท่อภายในขนาดไม่น้อยกว่า ๖.๓๕ มิลลิเมตร
- ๑.๕.๓ รองรับพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนไม่น้อยกว่า ๒๐,๐๐๐ ตารางมิลลิเมตร
- ๑.๕.๔ ท่ออุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนผลิตจากวัสดุสแตนเลสสตีล และเปลือกด้านนอกผลิตจากวัสดุอะคริลิกใส เพื่อการมองเห็น
- ๑.๕.๕ มีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ๔ ตำแหน่ง คือ
 - ๑.๕.๕.๑ ตรวจวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งน้ำร้อน
 - ๑.๕.๕.๒ ตรวจวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งน้ำร้อนขาออก
 - ๑.๕.๕.๓ ตรวจวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งน้ำเย็น
 - ๑.๕.๕.๔ ตรวจวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งน้ำเย็นขาเข้า

๑.๖ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบ (Jacketed Vessel With Coil & Stirrer)

- ๑.๖.๑ สามารถติดตั้งบนเครื่องมือศึกษาการแลกเปลี่ยนความร้อนได้ โดยเชื่อมต่อกับชุดไหลเวียนน้ำ ด้วยข้อต่อเร็ว (Quick connect)
- ๑.๖.๒ ชุดแลกเปลี่ยนความร้อนชนิด Jacketed Vessel With Coil & Stirrer ประกอบด้วย
 - ๑.๖.๒.๑ อ่างภายนอก
 - ๑.๖.๒.๒ คอยล์ภายในผลิตจากสแตนเลสสตีล
 - ๑.๖.๒.๓ ระบบกวนสารที่ควบคุมการทำงานผ่านมอเตอร์
 - ๑.๖.๒.๔ แผ่น Buffer
- ๑.๖.๓ อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิชนิด Thermocouple จำนวนอย่างน้อย ๕ จุด
- ๑.๖.๔ รองรับการทำงานทั้งแบบ Batch และ Continuous

๑.๗ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบที่ของไหลมีทิศทางการตั้งฉากกัน (Cross Flow Heat Exchanger)

- ๑.๗.๑ สามารถติดตั้งบนเครื่องมือศึกษาการแลกเปลี่ยนความร้อนได้ โดยเชื่อมต่อกับชุดไหลเวียนน้ำ ด้วยข้อต่อเร็ว (Quick connect)
- ๑.๗.๒ มีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดค่าอุณหภูมิด้วยเทอร์โมคัปเปิลจำนวนอย่างน้อย ๔ ตำแหน่งเพื่อตรวจวัด อุณหภูมิน้ำขาเข้า และขาออก อุณหภูมิอากาศขาเข้า และขาออก

- ๑.๗.๓ มีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดความเร็วลมที่สามารถตรวจวัดได้ในช่วง ๐ ถึง ๑๐ เมตรต่อวินาที
- ๑.๗.๔ แผ่นครีบบภายในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนผลิตจากวัสดุทองแดงและมีพื้นที่การถ่ายโอนความร้อนไม่น้อยกว่า ๑๑,๐๐๐ ตารางมิลลิเมตร
- ๑.๗.๕ มีพัดลมที่วางตัวในแกนตั้งระหว่างเครื่องกระจายความร้อน(Radiator) กับขอบของท่อที่สามารถสร้างความเร็วลมได้สูงสุดที่ ๔ เมตรต่อวินาที
- ๑.๗.๖ มีโปรแกรมรองรับ LMTD (Long Mean Temperature Difference) และ NTU (Number of Transfer Units)

๑.๘ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อ (Extended Tubular Heat Exchanger)

- ๑.๘.๑ สามารถติดตั้งบนเครื่องมือศึกษาการแลกเปลี่ยนความร้อนได้ โดยเชื่อมต่อกับชุดไหลเวียนน้ำด้วยข้อต่อเร็ว (Quick connect)
- ๑.๘.๒ มีจำนวนท่อแลกเปลี่ยนความร้อนจำนวนสี่ท่อ โดยที่แต่ละท่อสามารถไหลเวียนน้ำร้อนได้ภายในท่อด้านในและไหลเวียนน้ำเย็นได้จากท่อด้านนอก
- ๑.๘.๓ ท่อแลกเปลี่ยนความร้อนภายในผลิตจากวัสดุสแตนเลสสตีล และท่อภายนอกผลิตจากวัสดุอะคริลิกใส เพื่อง่ายต่อการมองเห็น
- ๑.๘.๔ มีพื้นที่สำหรับการแลกเปลี่ยนความร้อนขนาดไม่น้อยกว่า ๐.๐๘ ตารางเมตร
- ๑.๘.๕ มีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ๔ ตำแหน่ง คือ
 - ๑.๘.๕.๑ ตรวจวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งน้ำร้อนขาเข้า
 - ๑.๘.๕.๒ ตรวจวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งน้ำร้อนขาออก
 - ๑.๘.๕.๓ ตรวจวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งน้ำเย็นขาเข้า
 - ๑.๘.๕.๔ ตรวจวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งน้ำเย็นขาออก

๑.๙ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น(Extended Reconfigurable Plate Heat Exchanger)

- ๑.๙.๑ สามารถติดตั้งบนเครื่องมือศึกษาการแลกเปลี่ยนความร้อนได้ โดยเชื่อมต่อกับชุดไหลเวียนน้ำด้วยข้อต่อเร็ว (Quick connect)
- ๑.๙.๒ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นผลิตจากวัสดุสแตนเลสสตีล (S-๓๑๖) และมีวัสดุกันระหว่างแผ่นด้วยยางซิลิโคน
- ๑.๙.๓ แผ่นแลกเปลี่ยนความร้อนมีความหนา ๐.๕ มิลลิเมตรและมีพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนไม่น้อยกว่า ๐.๐๐๘ ตารางเมตรต่อแผ่น และมีพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนรวมไม่น้อยกว่า ๐.๐๙๖ ตารางเมตร
- ๑.๙.๔ มีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ๔ ตำแหน่ง คือ
 - ๑.๙.๔.๑ ตรวจวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งน้ำร้อนขาเข้า
 - ๑.๙.๔.๒ ตรวจวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งน้ำร้อนขาออก
 - ๑.๙.๔.๓ ตรวจวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งน้ำเย็นขาเข้า
 - ๑.๙.๔.๔ ตรวจวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งน้ำเย็นขาออก

๑.๑๐ ชุดการทดลองกลศาสตร์ของไหลในทฤษฎีเบอร์นูลลี (Bernoulli's Theorem)

- ๑.๑๐.๑ โครงสร้างของชุดทดลองกลศาสตร์ของไหลในทฤษฎีเบอร์นูลลี (Bernoulli's Theorem)

- ๑.๑๐.๒ โครงสร้างทั้งหมดถูกติดตั้งอยู่บนขาตั้งที่สามารถติดตั้งบนโต๊ะชลศาสตร์ ได้พร้อมทั้งสามารถเชื่อมต่อระบบไหลเวียนน้ำได้
- ๑.๑๐.๓ มีการติดตั้งชุดमानมิเตอร์ที่สามารถอ่านค่าความดันได้ในช่วง ๐ ถึง ๓๐๐ มิลลิเมตร มีจำนวนอย่างน้อย ๘ ชุดที่ติดตั้งอยู่บนแท่นจับเดียวกันทั้งหมด
- ๑.๑๐.๔ ชุด Classical venturi ผลิตจากวัสดุใส่ที่สามารถมองเห็นการไหลภายในได้โดยมีขนาดไม่น้อยกว่าโครงสร้างดังนี้
 - ๑.๑๐.๔.๑ เส้นผ่านศูนย์กลางคอ (Throat diameter) ขนาดไม่น้อยกว่า ๑๐.๐ มิลลิเมตร
 - ๑.๑๐.๔.๒ เส้นผ่านศูนย์กลางขาเข้า (Upstream diameter) ขนาดไม่น้อยกว่า ๒๕.๐ มิลลิเมตร
 - ๑.๑๐.๔.๓ องศาการทํามุมของของเหลวขาเข้า(Upstream taper) ขนาดไม่น้อยกว่า ๑๔ องศา
 - ๑.๑๐.๔.๔ องศาการทํามุมของของเหลวขาออก(Downstream taper) ขนาดไม่น้อยกว่า ๒๑ องศา
- ๑.๑๐.๕ รองรับหัวข้อการทดลองดังนี้
 - ๑.๑๐.๕.๑ รองรับการทดลองเพื่อพิสูจน์ความถูกต้องของสมการเบอร์นูลี เมื่อนำไปใช้ในการไหลของน้ำที่ไหลมาเจอกันหรือท่อที่ต่อแยกออกจากกัน
 - ๑.๑๐.๕.๒ ศึกษาการอนุรักษ์พลังงานการไหลที่แตกต่างกันหรือมาบรรจบกัน
 - ๑.๑๐.๕.๓ ศึกษาผลของการสูญเสียแรงเสียดทานของสมการเบอร์นูลี
 - ๑.๑๐.๕.๔ ศึกษาความสัมพันธ์ของความดันต่อหัวฉีด (Venturi nozzle)
 - ๑.๑๐.๕.๕ ศึกษาความสัมพันธ์ของความเร็วต่อหัวฉีด (Venturi nozzle)
 - ๑.๑๐.๕.๖ ศึกษาการหาค่าสัมประสิทธิ์การไหล

๑.๑๑ ชุดการทดลองกลศาสตร์ของไหลในทฤษฎีโพรงอากาศ (Cavitation Demonstration)

- ๑.๑๑.๑ โครงสร้างของชุดทดลองกลศาสตร์ของไหลในทฤษฎีการเกิดโพรงอากาศ(Cavitation Demonstration)
- ๑.๑๑.๒ โครงสร้างทั้งหมดถูกติดตั้งอยู่บนขาตั้งที่สามารถติดตั้งบนโต๊ะชลศาสตร์ ได้พร้อมทั้งสามารถเชื่อมต่อระบบไหลเวียนน้ำได้
- ๑.๑๑.๓ มีการติดตั้ง Diaphragm valve สำหรับควบคุมน้ำขาเข้า (Upstream) พร้อมทั้ง Ball Valve สำหรับน้ำขาออก (Down-stream)
- ๑.๑๑.๔ เกจแสดงค่าความดันภายในระบบการทดลองเป็นชนิด Bourdon gauge ที่รองรับในแต่ละตำแหน่งของ Venturi-shaped test section ดังนี้
 - ๑.๑๑.๔.๑ เกจแสดงค่าแรงดันของขาเข้า (Upstream pressure gauge) มีขนาดไม่น้อยกว่า ๖๓ มิลลิเมตรและรองรับการอ่านค่าแรงดันในช่วง ๐ ถึง ๒ บาร์
 - ๑.๑๑.๔.๒ เกจแสดงค่าแรงดันตำแหน่งคอ (Throat pressure gauge) มีขนาดไม่น้อยกว่า ๑๐๐ มิลลิเมตรและรองรับการอ่านค่าแรงดันในช่วง -๑ ถึง ๐ บาร์
 - ๑.๑๑.๔.๓ เกจแสดงค่าแรงดันของขาออก (Downstream pressure gauge) มีขนาดไม่น้อยกว่า ๖๓ มิลลิเมตรและรองรับการอ่านค่าแรงดันในช่วง ๐ ถึง ๑ บาร์
 - ๑.๑๑.๔.๔ ชุด Venturi-shaped ผลิตจากวัสดุใส่ที่สามารถมองเห็นการไหลภายในได้
- ๑.๑๑.๕ รองรับหัวข้อการทดลองดังนี้

- ๑.๑๑.๕.๑ สาธิตถึงลักษณะและเสียงของโพรงอากาศในระบบไฮดรอลิก
- ๑.๑๑.๕.๒ สาธิตสภาวะการเกิดโพรงอากาศ (ของเหลวที่ความดันไอ)
- ๑.๑๑.๕.๓ ศึกษาความแตกต่างระหว่างการปล่อยอากาศออกจากน้ำและโพรงอากาศที่แท้จริง
- ๑.๑๑.๕.๔ สาธิตแสดงให้เห็นถึงความสามารถการป้องกันการเกิดโพรงอากาศโดยการเพิ่มแรงดันของของเหลวเหนือความดันไอ
- ๑.๑๑.๕.๕ ศึกษาเพื่อยืนยันสมการของเบอร์นูลี
- ๑.๑๑.๕.๖ ศึกษาการเปรียบเทียบแรงดันตามทฤษฎีและแรงดันที่แท้จริงที่สภาวะโพรงอากาศ

๑.๑๒ ชุดการทดลองกลศาสตร์ของไหลเกี่ยวกับไฮโดรสแตติกส์และอุณหพลศาสตร์ของของไหล (Fluid Statics and Manometry)

- ๑.๑๒.๑ โครงสร้างของชุดทดลองกลศาสตร์ของไหลเกี่ยวกับไฮโดรสแตติกส์และอุณหพลศาสตร์ของของไหล (Fluid Statics and Manometry)
- ๑.๑๒.๒ โครงสร้างทั้งหมดถูกติดตั้งอยู่บนขาตั้งที่สามารถปรับความขนานได้
- ๑.๑๒.๓ กระจบอกเก็บของเหลว
 - ๑.๑๒.๓.๑ ผลิตจากอิลิกโกลีมีควมลึกภายใน ๕๗๔ มิลลิเมตรและเส้นผ่านศูนย์กลาง ๑๐๐ มิลลิเมตร
 - ๑.๑๒.๓.๒ ติดตั้ง venial level gauge สำหรับอ่านระดับของเหลวภายในกระจบอกเก็บของเหลวที่มีความละเอียด ๐.๑ มิลลิเมตร
 - ๑.๑๒.๓.๓ วาล์วเปิดปิดกระจบอกเก็บของเหลวสำหรับควบคุมการจ่ายของเหลวเข้าสู่ระบบการทดลอง
 - ๑.๑๒.๓.๔ อุปกรณ์ตรวจวัดแรงดันมาโนมิเตอร์ที่มีสเกลการรายงานค่าได้สูงสุด ๔๖๐ มิลลิเมตร
 - ๑.๑๒.๓.๕ อุปกรณ์ตรวจวัดแรงดันมาโนมิเตอร์แบบแนวตั้ง
 - ๑.๑๒.๓.๕.๑ อุปกรณ์มาโนมิเตอร์แนวตั้งแบบ U-Tube จำนวน ๑ ตำแหน่ง
 - ๑.๑๒.๓.๕.๒ ท่อในแนวตั้งจำนวน ๒ ตำแหน่ง
 - ๑.๑๒.๓.๕.๓ ท่อในแนวตั้งที่มีขนาดไม่น้อยกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางที่ไม่เท่ากันจำนวน ๑ ตำแหน่ง
 - ๑.๑๒.๓.๖ อุปกรณ์ตรวจวัดแรงดันมาโนมิเตอร์ชนิดสามารถปรับเอียงองศาได้จำนวน ๑ ชิ้น ที่รองรับองศาการเอียงที่ ๕, ๓๐, ๖๐ และ ๙๐ องศา
 - ๑.๑๒.๓.๗ ท่อด้านบนของมาโนมิเตอร์แต่ละตำแหน่งมีการติดตั้งท่อสำหรับเชื่อมต่อเพื่อปรับเพิ่มหรือลด
 - ๑.๑๒.๓.๘ วาล์วสำหรับควบคุมการจ่ายของเหลวของจากระบบการทดลอง
 - ๑.๑๒.๓.๙ รองรับหัวข้อการทดลองดังนี้
 - ๑.๑๒.๓.๙.๑ สาธิตพฤติกรรมของของเหลวที่อยู่นิ่ง
 - ๑.๑๒.๓.๙.๒ ศึกษาพื้นที่ผิวที่ว่างของของเหลวอยู่ในแนวนอนและไม่ขึ้นกับส่วนตัดขวางหรือความเอียง

- ๑.๑๒.๓.๙.๓ ศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงความกดอากาศเหนือพื้นที่ผิวของของเหลว
- ๑.๑๒.๓.๙.๔ ศึกษาการวัดระดับของเหลวโดยใช้เทคนิคการวัดพื้นฐาน เช่น สเกลเวอร์เนียสำหรับมาตรวัดความลึก และสเกลเอียง และผลของพารัลแลกซ์ (Parallax effect)
- ๑.๑๒.๓.๙.๕ ศึกษาการวัดการเปลี่ยนแปลงแบบเล็กน้อยในระดับของเหลวโดยใช้ไมโครมาโนมิเตอร์
- ๑.๑๒.๓.๙.๖ ศึกษาการวัดการเปลี่ยนแปลงของระดับของเหลวโดยใช้เวอร์เนียฮุกและพอยต์เกจ
- ๑.๑๒.๓.๙.๗ ศึกษาการใช้ท่อ manometer / piezometer แบบขาเดียวเพื่อวัดส่วนหัว
- ๑.๑๒.๓.๙.๘ ศึกษาการใช้ท่อ manometer เพื่อวัดความดันแตกต่าง
- ๑.๑๒.๓.๙.๙ ศึกษาการใช้มาโนมิเตอร์แบบ ท่อ 'U' เพื่อวัดความแตกต่างของแรงดันในก๊าซ (อากาศเหนือของเหลว)
- ๑.๑๒.๓.๙.๑๐ ศึกษาการใช้มาโนมิเตอร์ท่อบรรทัด 'U' ที่มีแรงดันกลับด้านในการวัดความแตกต่างของความดันในของเหลว
- ๑.๑๒.๓.๙.๑๑ ศึกษาการใช้ของเหลวที่มีความหนาแน่นต่างกันเพื่อเปลี่ยนความไวของมาโนมิเตอร์แบบท่อ 'U'
- ๑.๑๒.๓.๙.๑๒ ศึกษาการสาธิตผลกระทบของอากาศที่ติดอยู่ที่ความแม่นยำของมาโนมิเตอร์
- ๑.๑๒.๓.๙.๑๓ ศึกษาการสาธิตผลกระทบที่เกิดจากการเสียดสีเมื่อของไหลเคลื่อนที่

๑.๑๓ ชุดการทดลองกลศาสตร์ของไหลเกี่ยวกับปั๊มน้ำที่ต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน(Series & Parallel Pumps)

- ๑.๑๓.๑ โครงสร้างของชุดทดลองกลศาสตร์ของไหลเกี่ยวกับปั๊มน้ำที่ต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน (Series & Parallel Pumps)
- ๑.๑๓.๒ โครงสร้างทั้งหมดถูกติดตั้งอยู่บนขาตั้งที่สามารถติดตั้งบนโต๊ะกลศาสตร์ ได้พร้อมทั้งสามารถเชื่อมต่อระบบไหลเวียนน้ำได้
- ๑.๑๓.๓ พร้อมทั้งสามารถเชื่อมต่อระบบไหลเวียนน้ำได้
- ๑.๑๓.๔ กระจบอกเก็บของเหลว
- ๑.๑๓.๕ ผลผลิตจากอะคริลิกใสมีความจุภายในกระจบอกประมาณ ๒ ลิตร
- ๑.๑๓.๖ ปั๊มสำหรับการทดลองจำนวนสองชุดที่รองรับการเชื่อมต่อได้ทั้งแบบอนุกรมและแบบขนาน
- ๑.๑๓.๗ ปั๊มมีกำลังวัตต์สูงสุดที่ ๔๘ วัตต์ต่อปั๊มหนึ่งตัว
- ๑.๑๓.๘ ปั๊มมีอัตราการไหลสูงสุดที่ ๒๒ ลิตรต่อนาที ในกรณีที่เชื่อมต่ออนุกรมและมีอัตราการไหลสูงสุดที่ ๔๔ ลิตรต่อนาที ในกรณีที่เชื่อมต่อแบบขนาน
- ๑.๑๓.๙ ปั๊มมีแรงดันสูงสุดไม่น้อยกว่า ๐.๙๖ เมตร
- ๑.๑๓.๑๐ ชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการปรับอัตราการไหล
- ๑.๑๓.๑๑ มีเกจแสดงแรงดันของน้ำที่ตำแหน่งของปั๊มแต่ละตัว

๑.๑๓.๑๒ รองรับหัวข้อการทดลองดังนี้

- ๑.๑๓.๑๒.๑ ศึกษาการทำงานของปั๊มเหวี่ยง (Centrifuge pump) ที่ความเร็วเดียว
- ๑.๑๓.๑๒.๒ ศึกษาการทำงานของปั๊มที่เชื่อมต่อในแบบขนานที่ความเร็วเดียวกัน
- ๑.๑๓.๑๒.๓ ศึกษาการทำงานของปั๊มที่เชื่อมต่อในแบบอนุกรมที่ความเร็วเดียวกัน
- ๑.๑๓.๑๒.๔ ศึกษาการทำงานของปั๊มที่เชื่อมต่อในแบบขนานที่มีการปรับเปลี่ยนความเร็วเดียวกัน
- ๑.๑๓.๑๒.๕ ศึกษาการทำงานของปั๊มที่เชื่อมต่อในแบบอนุกรมที่มีการปรับเปลี่ยนความเร็วเดียวกัน

๒. อ่างควบคุมอุณหภูมิแบบไหลเวียน

- ๒.๑. อ่างควบคุมอุณหภูมิจากวัสดุสแตนเลสที่มีความจุภายในอ่างขนาดไม่น้อยกว่า ๑๐ ลิตร ภายในติดตั้งปั๊มสำหรับไหลเวียนสารทำอุณหภูมิ
- ๒.๒. ควบคุมการทำงานผ่านแป้นควบคุมที่ติดตั้งอยู่ทางด้านหน้าของอ่างควบคุมพร้อมหน้าแสดงผลแบบดิจิทัล
- ๒.๓. มีการติดตั้งเซ็นเซอร์ตรวจวัดปริมาณของเหลวภายในอ่างควบคุมอุณหภูมิ และมีระบบตัดการทำงานอัตโนมัติในกรณีที่อุณหภูมิเกินค่าที่กำหนด
- ๒.๔. สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ในช่วง ๕ ถึง ๑๐๐ องศาเซลเซียส มีความเสถียรของอุณหภูมิในช่วง ± 0.5 องศาเซลเซียส
- ๒.๕. สามารถควบคุมอัตราการไหลของสารทำอุณหภูมิได้สูงสุด ๑๔ ลิตรต่อนาที

๓. มีอุปกรณ์ตรวจวัดค่าอุณหภูมิเอนกประสงค์

- ๓.๑. ติดตั้งโปรบวัดค่าอุณหภูมิชนิดเทอร์มิสเตอร์ที่ผลิตจากสแตนเลสเกรด S๓๑๖
- ๓.๒. มีพอร์ต USB และสามารถส่งสัญญาณ Bluetooth ๔.๒ รองรับการส่งสัญญาณได้สูงสุดถึง ๑๐ เมตรในพื้นที่โล่ง
- ๓.๓. สามารถเชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ Tablet และสมาร์ทโฟนที่ใช้ระบบ iOS หรือ Android
- ๓.๔. สามารถแสดงสถานะของอุปกรณ์วัดผ่านทางไฟแสดงผลบนเครื่องมือวัด ซึ่งสามารถกระพริบแยกสถานะการทำงานได้ ๕ ระดับ
 - ๓.๔.๑. ไฟกระพริบสีน้ำเงินแสดงถึงสถานะการเปิดอุปกรณ์วัดและสัญญาณ Bluetooth
 - ๓.๔.๒. ไฟกระพริบสีขาวแสดงถึงสถานะการเปิดชาร์ตพลังงาน
 - ๓.๔.๓. ไฟกระพริบสีเขียวแสดงถึงสถานะการเชื่อมต่อกับแอปพลิเคชัน
 - ๓.๔.๔. ไฟกระพริบสีส้มแสดงถึงสถานะการบันทึกข้อมูล
 - ๓.๔.๕. ไฟกระพริบสีแดงแสดงถึงสถานะการแบตเตอรี่ต่ำ
- ๓.๕. อุปกรณ์วัดสามารถตรวจวัดค่าอุณหภูมิได้ในช่วง -40 ถึง 125 องศาเซลเซียส ที่มีความละเอียด 0.1 องศาเซลเซียส และมีความแม่นยำในช่วง ± 0.3 องศาเซลเซียส
- ๓.๖. ภายในอุปกรณ์วัดมีการติดตั้งแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน ขนาดไม่น้อยกว่า ๓.๗ โวลต์ ๑๓๐๐ มิลลิแอมป์

๔. ชุดคอมพิวเตอร์

- ๔.๑. มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า ๖ แกนหลัก (๖ core) และ ๑๒ แกนเสมือน (๑๒ Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า ๔.๒ GHz จำนวน ๑ หน่วย
- ๔.๒. มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ขนาดไม่น้อยกว่าความจุ ๑ TB จำนวน ๑ หน่วย
- ๔.๓. มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ขนาดไม่น้อยกว่า ๘ GB
- ๔.๔. มีหน้าจอแสดงผลแบบ LED ขนาดไม่น้อยกว่า ๒๔ นิ้ว
- ๔.๕. มีซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows ๑๑ ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้อง
- ๔.๖. ใช้ระบบแรงดันไฟฟ้าขนาด ๒๒๐-๒๔๐ โวลต์ที่ความถี่ ๕๐ เฮิรตซ์
๕. เครื่องปรับแรงดันไฟคงที่ (STABILIZER) ขนาด ๕๐๐๐ โวลต์แอมแปร์ / ๕๐๐๐ วัตต์
๖. ชุดเครื่องมือช่างพื้นฐาน ประกอบด้วย
 - ๖.๑. ชุดประแจแหวนข้างปากตายช่วง ขนาด ๘ ถึง ๒๔ มิลลิเมตร ๑ ชุด
 - ๖.๒. ประแจเลื่อน ขนาด ๖ ๘ ๑๒ และ ๑๘ นิ้ว ๑ ชุด
 - ๖.๓. ชุดไขควง ๔๖ ชิ้น ๑ ชุด
 - ๖.๔. ชุดประแจซ็อกเก็ต ๑/๒ นิ้ว และลูกบ็อกขนาด ๘-๓๒ มิลลิเมตร
 - ๖.๕. ชุดคีม ๕ ชิ้น ประกอบด้วย คีมตัดปากเฉียง ขนาด ๘ นิ้ว คีมปากแหลม ขนาด ๘ นิ้ว คีมปากจิ้งจก ขนาด ๘ นิ้ว คีมลือคปากตรง ขนาด ๑๐ นิ้ว และคีมค้อม้าบีม้า ขนาด ๑๐ นิ้ว
 - ๖.๖. ชุดประแจหกเหลี่ยม(นิ้ว) ขนาด ๑/๑๖, ๕/๖๔, ๓/๓๒, ๗/๖๔, ๑/๘, ๙/๖๔, ๕/๓๒, ๓/๑๖, ๗/๓๒, ๑/๔, ๕/๑๖ และ ๓/๘ นิ้ว
 - ๖.๗. ชุดประแจหกเหลี่ยม (มิล) ขนาด 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 5.5, 6, 8 และ 10 มิลลิเมตร
 - ๖.๘. ชุดส่วนกระแทกไร้สาย ๑๘ โวลต์ พร้อมชุดดอกสว่าน

ข้อกำหนดอื่นๆ

๑. สินค้ารับประกันคุณภาพ ๒ ปี พร้อมตรวจเช็คเครื่อง (Preventive Maintenance) ๒ ครั้ง ในช่วงระยะเวลาประกัน
๒. ผู้เสนอราคาเป็นบริษัทผู้แทนจำหน่ายต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา
๓. พร้อมติดตั้งและสอนการใช้งานแก่ลูกค้าจนสามารถปฏิบัติงานได้
๔. รับประกันคุณภาพของเครื่องทดสอบเป็นระยะเวลาอย่างน้อย ๒ ปี

ข้อกำหนดอื่นๆ

ไม่มี

๕. กำหนดเวลาส่งมอบพัสดุ

๑๘๐ วัน

๖. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

ใช้เกณฑ์ราคา

๗. วงเงินงบประมาณ/วงเงินที่ได้รับการจัดสรร

๓,๒๕๒,๘๐๐ บาท (สามล้านสองแสนห้าหมื่นสองพันแปดร้อยบาทถ้วน)

๘. งวดงานและการจ่ายเงิน

จ่ายเงินพร้อมกันทั้งหมด

๙. อัตราค่าปรับ

เมื่อครบกำหนดส่งมอบงานหากผู้ขายไม่ส่งมอบงานตามที่กำหนดให้คณะอุตสาหกรรมเกษตร หรือส่งมอบได้ไม่ถูกต้องหรือไม่ครบจำนวน ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องชำระค่าปรับให้คณะอุตสาหกรรมเกษตร เป็นรายวันเป็นจำนวนเงินในอัตราร้อยละ ๐.๒๐ ของมูลค่าตามสัญญา

๑๐. ระยะเวลาการรับประกัน (ถ้ามี)

ระยะเวลาประกันอย่างน้อย ๒ ปี

ขอรับรองว่าการกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของงาน เป็นไปตามพระราชบัญญัติ การจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. ๒๕๖๐ มาตรา ๙ การกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุที่จะทำการจัดซื้อจัดจ้าง ให้หน่วยงานของรัฐคำนึงคุณภาพ เทคนิค และวัตถุประสงค์ของการจัดซื้อจัดจ้างพัสดุนั้น และห้ามมิให้กำหนดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุให้ใกล้เคียงกับยี่ห้อใดยี่ห้อหนึ่งหรือของผู้ขายรายใดรายหนึ่ง โดยเฉพาะเว้นแต่พัสดุที่จะทำการจัดซื้อจัดจ้างตามวัตถุประสงค์นั้นมียี่ห้อเดียวหรือจะต้องใช้อะไหล่ของยี่ห้อใด ก็ให้ระบุยี่ห้อนั้นได้

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทวรา ปฐมรังษิย์กุล)

ลงชื่อ.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรญา เขียวनावงศ์ษา)

ลงชื่อ.....กรรมการและเลขานุการ

(นายศุภเชษฐ์ พรรณาไทร)