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

๑. ความเป็นมา

คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีชุดศึกษาการแลกเปลี่ยนความร้อนและพฤติกรรมการไหลของอาหารและสารละลายของสารสำคัญ รองรับการเรียนการสอน การวิจัยสำหรับหลักสูตรทางด้านวิศวกรรมอาหารและวิศวกรรมชีวกระบวนการของการแปรรูปอาหารและไม่ใช่อาหาร ทั้งระดับปริญญาตรีและระดับบัณฑิตศึกษา คิดเป็นจำนวนนักศึกษาประมาณ ๓๒๐ คน แต่ปัจจุบันนี้เครื่องชำรุดใช้งานไม่ได้เต็มที่ เนื่องจากเป็นเครื่องที่ซื้อมานานมากประมาณ ๒๕ ปีแล้ว ผ่านการใช้งานมาอย่างคุ้มค่าเพื่อให้นักศึกษาได้มีความรู้ตามมาตรฐานของสาขาเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเกษตรและอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งจำเป็นต้องมีความเข้าใจถึงหลักการถ่ายเทความร้อน ปริมาณความร้อนในกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้อุณหภูมิของอาหารตามที่ต้องการ และรูปแบบการไหลของอาหารทั่วไปและอาหารเชิงหน้าที่เพื่อให้ได้เนื้อสัมผัสของอาหารที่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค และการออกแบบเครื่องมือ สายการผลิตอาหาร

อาหารเชิงหน้าที่ หรืออาหารฟังก์ชัน (functional Foods) คืออาหารเพื่อสุขภาพที่ประกอบด้วยสารสำคัญหรือสารออกฤทธิ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย และมีส่วนช่วยป้องกันและลดความเสี่ยงในการเกิดโรคต่างๆ ได้ เช่น ลดระดับน้ำตาลในเลือด ลดคอเรสเตอรอล เสริมสร้างภูมิคุ้มกัน ฟื้นฟูสภาพร่างกาย อาหารฟังก์ชันยังรวมถึงการพัฒนาอาหารที่มีความเหมาะสมกับผู้บริโภคเฉพาะกลุ่ม เช่น ผู้สูงอายุ โดยกลไกที่จะช่วยให้ผู้ประกอบการพัฒนายกระดับวัตถุดิบที่มีสู่ผลิตภัณฑ์อาหารเชิงหน้าที่ได้สำเร็จ คือ “การวิจัยพัฒนา” ความต้องการอาหารเพื่อสุขภาพเชิงหน้าที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทางคณะอุตสาหกรรมเกษตรจึงจำเป็นต้องจัดหา ชุดเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ใช้สำหรับศึกษาพฤติกรรมการไหลเพื่อเก็บข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพเชิงหน้าที่ เพื่อรองรับการผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ และรองรับงานวิจัยและบริการวิชาการทำงานร่วมกับภาคเอกชน ไม่ว่าจะเป็นกลุ่มผู้ประกอบการ SMEs start up และโรงงานอุตสาหกรรมอาหารชั้นนำ

๒. วัตถุประสงค์

เพื่อจัดซื้อครุภัณฑ์ “ ชุดเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ใช้สำหรับศึกษาพฤติกรรมการไหลเพื่อเก็บข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพเชิงหน้าที่” สำหรับใช้ในการเรียนการสอน การวิจัย และบริการวิชาการของคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

๓. คุณสมบัติผู้ยื่นข้อเสนอ

๓.๑ มีความสามารถตามกฎหมาย
๓.๒ ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย
๓.๓ ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ

๓.๔ ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง

๓.๕ ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทิ้งงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทิ้งงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทิ้งงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย

๓.๖ มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและ การบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

๓.๗ เป็นนิติบุคคล ผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาซื้อด้วยวิธีประกวดราคา อิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว

๓.๘ ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรม ในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

๓.๙ ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์ความคุ้มกันเช่นว่านั้น

๓.๑๐ ผู้ยื่นข้อเสนอที่ยื่นข้อเสนอในรูปแบบของ "กิจการร่วมค้า" ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าจะต้องมีการกำหนดสัดส่วนหน้าที่และความรับผิดชอบในปริมาณงานสิ่งของหรือมูลค่าตามสัญญาของผู้เข้าร่วมค้าหลักมากกว่าผู้เข้าร่วมค้ารายอื่นทุกราย

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก กิจการร่วมค้านั้นต้องใช้ผลงานของผู้เข้าร่วมค้าหลักรายเดียวเป็นผลงานของกิจการร่วมค้าที่ยื่นข้อเสนอ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในเอกสารเชิญชวน

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้มีการมอบหมายผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอ ในนามกิจการร่วมค้า การยื่นข้อเสนอดังกล่าวไม่ต้องมีหนังสือมอบอำนาจ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้ยื่นข้อเสนอผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องลงลายมือชื่อในหนังสือมอบอำนาจให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอในนามกิจการร่วมค้า

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

๓.๑๒ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ ดังนี้

(๑) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยซึ่งได้จดทะเบียน เกินกว่า ๑ ปี ต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ จากผลต่างระหว่างสินทรัพย์สุทธิหักด้วยหนี้สินสุทธิที่ปรากฏ ในงบแสดงฐานะการเงินที่มีการตรวจรับรองแล้ว ซึ่งจะต้องแสดงค่าเป็นบวก ๑ ปีสุดท้ายก่อนวันยื่นข้อเสนอ

(๒) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทย ซึ่งยังไม่มีการรายงาน งบแสดงฐานะการเงินกับกรมพัฒนาธุรกิจการค้า ให้พิจารณาการกำหนดมูลค่าของทุนจดทะเบียน โดยผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องมีทุนจดทะเบียนที่เรียกชำระมูลค่าหุ้นแล้ว ณ วันที่ยื่นข้อเสนอ ไม่ต่ำกว่า ๑ ล้านบาท

(๓) สำหรับการจัดซื้อจัดจ้างครั้งหนึ่งที่มีวงเงินเกิน ๕๐๐,๐๐๐ บาทขึ้นไป กรณีผู้ยื่น ข้อเสนอเป็นบุคคลธรรมดาให้พิจารณาจากหนังสือรับรองบัญชีเงินฝากไม่เกิน ๙๐ วัน ก่อนวันยื่นข้อเสนอ โดยต้องมี เงินฝากคงเหลือในบัญชีธนาคารเป็นมูลค่า ๑ ใน ๔ ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอในแต่ละครั้ง และหากเป็นผู้ชนะการจัดซื้อจัดจ้างหรือเป็นผู้ได้รับการคัดเลือกจะต้องแสดงหนังสือรับรองบัญชีเงินฝากที่มีมูลค่าดังกล่าวอีกครั้งหนึ่งในวันลงนามในสัญญา

(๔) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอไม่มีมูลค่าสุทธิของกิจการหรือทุนจดทะเบียนหรือมี แต่ไม่เพียงพอที่จะเข้ายื่นข้อเสนอ ผู้ยื่นข้อเสนอสามารถขอวงเงินสินเชื่อ โดยต้องมีวงเงินสินเชื่อ ๑ ใน ๔ ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอในแต่ละครั้ง (สินเชื่อที่ธนาคารภายในประเทศ หรือบริษัทเงินทุนหรือบริษัทเงินทุนหลักทรัพย์ที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการเงินทุนเพื่อการพาณิชย์ และประกอบธุรกิจค้าประกันตามประกาศของธนาคารแห่งประเทศไทย ตามรายชื่อบริษัทเงินทุนที่ธนาคาร แห่งประเทศไทยแจ้งเวียนให้ทราบ โดยพิจารณาจากยอดเงินรวมของวงเงินสินเชื่อที่สำนักงานใหญ่รับรองหรือ ที่สำนักงานสาขารับรอง (กรณีได้รับมอบอำนาจจากสำนักงานใหญ่) ซึ่งออกให้แก่ผู้ยื่นข้อเสนอนับถึงวันยื่นข้อเสนอ ไม่เกิน ๙๐วัน)

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

(๕.๑) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอเป็นหน่วยงานของรัฐ

(๕.๒) นิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยที่อยู่ระหว่างการฟื้นฟูกิจการตามพระราชบัญญัติล้มละลาย (ฉบับที่ ๑๐) พ.ศ. ๒๕๖๑

๔. ขอบเขตของงาน

มาตรฐานและคุณลักษณะเฉพาะ
ชุดเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ใช้สำหรับศึกษาพฤติกรรมการไหลเพื่อเก็บข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพเชิงหน้าที่

ลักษณะทั่วไป

เป็นชุดทดลองที่ใช้ในการศึกษาการแลกเปลี่ยนความร้อนและพฤติกรรมการไหล สามารถศึกษาหลักการแลกเปลี่ยนความร้อนผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนหลากหลายชนิด เช่น อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแผ่น และอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบ Jacketed Vessel With Coil & Stirrer และสามารถใช้ศึกษาพฤติกรรมการไหลของของไหล มีชุดทดลองกลศาสตร์ของไหลในทฤษฎีเบอร์นูลี ชุดทดลองกลศาสตร์ของไหลในทฤษฎีเบอร์โพรงอากาศ (Cavitation Demonstration) ชุดทดลองกลศาสตร์ของไหลเกี่ยวกับไฮโดรสแตติกส์และอุปกรณ์วัดความดัน (Fluid Statics and Manometry) รวมถึงชุดทดลองกลศาสตร์ของไหลเกี่ยวกับปั๊มน้ำที่ต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน (Series & Parallel Pumps)

คุณลักษณะเฉพาะ

๑. เครื่องมือศึกษาการแลกเปลี่ยนความร้อน พร้อมหน่วยประมวลผลและควบคุมการทำงาน

๑.๑ มีอ่างควบคุมอุณหภูมิสำหรับส่งผ่านสารทำอุณหภูมิเข้าสู่อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน

๑.๑.๑ อ่างผลิตจากวัสดุอะคริลิคใสเพื่อง่ายต่อการมองเห็น ภายในประกอบด้วยอุปกรณ์ให้ความร้อนแบบไฟฟ้าขนาดไม่น้อยกว่า 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 ทั้งการไหลแบบCo-Current และ Counter-Current

๑.๑.๕ สามารถเชื่อมต่อระบบน้ำเย็นได้จากภายนอก โดยสามารถปรับแรงดันขาเข้าได้จากอุปกรณ์ปรับแรงดัน และปรับอัตราการไหลได้จากซอฟต์แวร์ควบคุมการทำงาน

๑.๑.๖ มีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมคัปเปิล ชนิด K และ T ที่สามารถตรวจวัดอุณหภูมิได้ในช่วง ๐ ถึง ๗๕ องศาเซลเซียสที่ความละเอียดไม่น้อยกว่า ๐.๑ องศาเซลเซียส

๑.๑.๗ รองรับการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ภายนอกผ่านทางพอร์ต USB โดยสามารถรายงานพารามิเตอร์และแสดงไดอะแกรมของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำการทดลองได้ พร้อมทั้งเก็บบันทึกพารามิเตอร์ (Data logging) และแสดงความสัมพันธ์ในรูปแบบกราฟได้

๑.๒ รองรับหัวข้อการศึกษาการแลกเปลี่ยนความร้อนได้ ดังนี้

๑.๒.๑ รองรับการสาธิตการให้ความร้อน/ความเย็นแบบ Indirect โดยการถ่ายเทความร้อนจากของไหลหนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งเมื่อกั้นด้วยผนังทึบ

๑.๒.๒ ศึกษาการหาสมดุลพลังงาน (สมดุลความร้อน) 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 การตรวจสอบการสูญเสียความร้อนและการลดลงของค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเนื่องจากการเปรอะเปื้อนของพื้นผิวถ่ายเทความร้อน

๑.๓ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อ (Tubular Heat Exchanger)

๑.๓.๑ สามารถติดตั้งบนเครื่องมือศึกษาการแลกเปลี่ยนความร้อนได้ โดยเชื่อมต่อกับชุดไหลเวียนน้ำด้วยข้อต่อเร็ว (Quick connect)

๑.๓.๒ มีจำนวนท่อแลกเปลี่ยนความร้อนจำนวนสองท่อ โดยที่แต่ละท่อสามารถไหลเวียนน้ำร้อนได้ภายในท่อด้านในและไหลเวียนน้ำเย็นได้จากท่อด้านนอก

๑.๓.๓ ท่อแลกเปลี่ยนความร้อนภายในผลิตจากวัสดุสแตนเลสสตีล และท่อภายนอกผลิตจากวัสดุอะคลิใส เพื่อง่ายต่อการมองเห็น

๑.๓.๔ มีพื้นที่สำหรับการแลกเปลี่ยนความร้อนขนาดไม่น้อยกว่า ๐.๐๒ ตารางเมตร

๑.๔ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น (Plate Heat Exchanger)

๑.๔.๑ สามารถติดตั้งบนเครื่องมือศึกษาการแลกเปลี่ยนความร้อนได้ โดยเชื่อมต่อกับชุดไหลเวียนน้ำด้วยข้อต่อเร็ว (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 โดยเชื่อมต่อกับชุดไหลเวียนน้ำด้วยข้อต่อเร็ว (Quick connect)

๑.๕.๒ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบเปลือกและท่อ มีจำนวนท่อแลกเปลี่ยนความร้อนจำนวนไม่น้อยกว่า ๗ ท่อภายในขนาดไม่น้อยกว่า ๖.๓๕ มิลลิเมตร

๑.๕.๓ รองรับพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนไม่น้อยกว่า ๒๐,๐๐๐ ตารางมิลลิเมตร

๑.๕.๔ ท่ออุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนผลิตจากวัสดุสแตนเลสสตีล และเปลือกด้านนอกผลิตจากวัสดุอะคริลิคใส เพื่อการมองเห็น

๑.๕.๕ มีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ๔ ตำแหน่ง คือ

๑.๕.๕.๑ตรวจวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งน้ำร้อน

๑.๕.๕.๒ตรวจวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งน้ำร้อนขาออก

๑.๕.๕.๓ตรวจวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งน้ำเย็น

๑.๕.๕.๔ตรวจวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งน้ำเย็นขาเข้า

๑.๖ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบ (Jacketed Vessel With Coil & Stirrer)

๑.๖.๑ สามารถติดตั้งบนเครื่องมือศึกษาการแลกเปลี่ยนความร้อนได้ โดยเชื่อมต่อกับชุดไหลเวียนน้ำด้วยข้อต่อเร็ว (Quick connect)

๑.๖.๒ ชุดแลกเปลี่ยนความร้อนชนิด Jacketed Vessel With Coil & Stirrer ประกอบด้วย

๑.๖.๒.๑อ่างภายนอก

๑.๖.๒.๒คอยล์ภายในผลิตจากสแตนเลสสตีล

๑.๖.๒.๓ระบบกวนสารที่ควบคุมการทำงานผ่านมอเตอร์

๑.๖.๒.๔แผ่น Buffer

๑.๖.๓ อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิชนิด Thermocouple จำนวนอย่างน้อย ๕ จุด

๑.๖.๔ รองรับการทดลองทั้งแบบ Batch และ Continuous

๑.๗ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบที่ของไหลมีทิศทางตั้งฉากกัน(Cross Flow Heat Exchanger)

๑.๗.๑ สามารถติดตั้งบนเครื่องมือศึกษาการแลกเปลี่ยนความร้อนได้ โดยเชื่อมต่อกับชุดไหลเวียนน้ำด้วยข้อต่อเร็ว (Quick connect)

๑.๗.๒ มีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดค่าอุณหภูมิด้วยเทอร์โมคัปเปิลจำนวนอย่างน้อย ๔ ตำแหน่งเพื่อตรวจวัด อุณหภูมิน้ำขาเข้า และขาออก อุณหภูมิอากาศขาเข้า และขาออก

๑.๗.๓ มีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดความเร็วลมที่สามารถตรวจวัดได้ในช่วง ๐-๑๐ เมตรต่อวินาที

๑.๗.๔ แผ่นครีบภายในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนผลิตจากวัสดุทองแดงและมีพื้นที่การถ่ายโอนความร้อนไม่น้อยกว่า 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 และท่อภายนอกผลิตจากวัสดุอะคริลิคใส เพื่อง่ายต่อการมองเห็น

๑.๘.๔ มีพื้นที่สำหรับการแลกเปลี่ยนความร้อนขนาดไม่น้อยกว่า ๐.๐๘ ตารางเมตร

๑.๘.๕ มีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ๔ ตำแหน่ง คือ

๑.๘.๕.๑ตรวจวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งน้ำร้อนขาเข้า

๑.๘.๕.๒ตรวจวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งน้ำร้อนขาออก

๑.๘.๕.๓ตรวจวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งน้ำเย็นขาเข้า

๑.๘.๕.๔ตรวจวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งน้ำเย็นขาออก

๑.๙ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น(Extended Reconfigurable Plate Heat Exchanger)

๑.๙.๑ สามารถติดตั้งบนเครื่องมือศึกษาการแลกเปลี่ยนความร้อนได้ โดยเชื่อมต่อกับชุดไหลเวียนน้ำด้วยข้อต่อเร็ว (Quick connect)

๑.๙.๒ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นผลิตจากวัสดุสแตนเลสสตีล (S-๓๑๖) และมีวัสดุกั้นระหว่างแผ่นด้วยยางซิลิโคน

๑.๙.๓ แผ่นแลกเปลี่ยนความร้อนมีความหนา ๐.๕ มิลลิเมตรและมีพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนไม่น้อยกว่า ๐.๐๐๘ ตารางเมตรต่อแผ่น และมีพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนรวมไม่น้อยกว่า ๐.๐๙๖ ตารางเมตร

๑.๙.๔ มีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ๔ ตำแหน่ง คือ

๑.๙.๔.๑ตรวจวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งน้ำร้อนขาเข้า

๑.๙.๔.๒ตรวจวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งน้ำร้อนขาออก

๑.๙.๔.๓ตรวจวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งน้ำเย็นขาเข้า

๑.๙.๔.๔ตรวจวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งน้ำเย็นขาออก

๑.๑๐ ชุดการทดลองกลศาสตร์ของไหลในทฤษฎีเบอร์นูลี (Bernoulli's Theorem)

๑.๑๐.๑ โครงสร้างของชุดทดลองกลศาสตร์ของไหลในทฤษฎีเบอร์นูลี (Bernoulli's Theorem)

๑.๑๐.๒ โครงสร้างทั้งหมดถูกติดตั้งอยู่บนขาตั้งที่สามารถติดตั้งบนโต๊ะชลศาสตร์ ได้พร้อมทั้งสามารถเชื่อมต่อระบบไหลเวียนน้ำได้

๑.๑๐.๓ มีการติดตั้งชุดมานอมิเตอร์ที่สามารถอ่านค่าความดันได้ในช่วง ๐ ถึง ๓๐๐ มิลลิเมตร มีจำนวนอย่างน้อย ๘ ชุดที่ติดตั้งอยู่บนแท่นจับเดียวกันทั้งหมด

๑.๑๐.๔ ชุด Classical venturi ผลิตจากวัสดุใสที่สามารถมองเห็นการไหลภายในได้โดยมีขนาดไม่น้อยกว่าโครงสร้างดังนี้

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 รองรับการทดลองเพื่อพิสูจน์ความถูกต้องของสมการเบอนูลี เมื่อนำไปใช้ในการไหลของน้ำที่ไหลมาเจอกันหรือท่อที่ต่อแยกออกจากกัน

๑.๑๐.๕.๒ ศึกษากฎการอนุรักษ์พลังงานการไหลที่แตกต่างกันหรือมาบรรจบกัน

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 ๐-๒ บาร์

๑.๑๑.๔.๒ เกจแสดงค่าแรงดันตำแหน่งคอ (Throat pressure gauge) มีขนาดไม่น้อยกว่า ๑๐๐ มิลลิเมตรและรองรับการอ่านค่าแรงดันในช่วง -๑–๐ บาร์

๑.๑๑.๔.๓ เกจแสดงค่าแรงดันของขาออก (Downstream pressure gauge) มีขนาดไม่น้อยกว่า ๖๓ มิลลิเมตรและรองรับการอ่านค่าแรงดันในช่วง ๐-๑ บาร์

๑.๑๑.๔.๔ ชุด Venturi-shaped ผลิตจากวัสดุใสที่สามารถมองเห็นการไหลภายในได้

๑.๑๑.๕ รองรับหัวข้อการทดลองดังนี้

๑.๑๑.๕.๑ สาธิตถึงลักษณะและเสียงของโพรงอากาศในระบบไฮดรอลิค

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 ชุดการทดลองกลศาสตร์ของไหลเกี่ยวกับไฮโดรสแตติกส์และอุปกรณ์วัดความดัน (Fluid Statics and Manometry)

๑.๑๒.๑ โครงสร้างของชุดทดลองกลศาสตร์ของไหลเกี่ยวกับไฮโดรสแตติกส์และอุปกรณ์วัดความดัน (Fluid Statics and Manometry)

๑.๑๒.๒ โครงสร้างทั้งหมดถูกติดตั้งอยู่บนขาตั้งที่สามารถปรับความขนานได้

๑.๑๒.๓ กระบอกเก็บของเหลว

๑.๑๒.๓.๑ ผลิตจากอคิลิคใสมีความลึกภายใน ๕๗๔ มิลลิเมตรและเส้นผ่านศูนย์กลาง ๑๐๐ มิลลิเมตร

๑.๑๒.๓.๒ ติดตั้ง venial level gauge สำหรับอ่านระดับของเหลวภายในกระบอกเก็บของเหลวที่มีความละเอียด ๐.๑ มิลลิเมตร

๑.๑๒.๓.๓ วาล์วเปิดปิดกระบอกเก็บของเหลวสำหรับควบคุมการจ่ายของเหลวเข้าสู่ระบบการทดลอง

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 ท่อในแนวตั้งที่มีขนาดไม่น้อยกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางที่ไม่เท่ากัน จำนวน 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 วาล์วสำหรับควบคุมการถ่ายของเหลวของจากระบบการทดลอง

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 ศึกษาการวัดระกับของเหลวโดยใช้เทคนิคการวัดพื้นฐาน เช่น สเกลเวอร์เนียสำรับมาตรวัดความลึก 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 ศึกษาการใช้มาโนมิเตอร์ท่อรูปตัว 'U' ที่มีแรงดันกลับด้านในการวัดความแตกต่างของความดันในของเหลว

๑.๑๒.๓.๙.๑๑ ศึกษาการใช้ของเหลวที่มีความหนาแน่นต่างกันเพื่อเปลี่ยนความไวของมาโนมิเตอร์แบบท่อ 'U'

๑.๑๒.๓.๙.๑๒ ศึกษาการสาธิตผลกระทบของอากาศที่ติดอยู่ต่อความแม่นยำของมาโนมิเตอร์

๑.๑๒.๓.๙.๑๓ ศึกษาการสาธิตผลกระทบที่เกิดจากการเสียดสีเมื่อของไหลเคลื่อนที่

๑.๑๓ ชุดการทดลองกลศาสตร์ของไหลเกี่ยวกับปั๊มน้ำที่ต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน(Series& Parallel Pumps)

๑.๑๓.๑ โครงสร้างของชุดทดลองกลศาสตร์ของไหลเกี่ยวกับปั๊มน้ำที่ต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน (Series & Parallel Pumps)

๑.๑๓.๒ โครงสร้างทั้งหมดถูกติดตั้งอยู่บนขาตั้งที่สามารถติดตั้งบนโต๊ะชลศาสตร์ ได้พร้อมทั้งสามารถเชื่อมต่อระบบไหลเวียนน้ำได้

๑.๑๓.๓ พร้อมทั้งสามารถเชื่อมต่อระบบไหลเวียนน้ำได้

๑.๑๓.๔ กระบอกเก็บของเหลว

๑.๑๓.๕ ผลิตจากอะคริลิคใสมีความจุภายในกระบอกประมาณ ๒ ลิตร

๑.๑๓.๖ ปั๊มสำหรับการทดลองจำนวนสองชุดที่รองรับการเชื่อมต่อได้ทั้งแบบอนุกรมและแบบขนาน

๑.๑๓.๗ ปั๊มมีกำลังวัตต์สูงสุดที่ ๔๘ วัตต์ต่อปั๊มหนึ่งตัว

๑.๑๓.๘ ปั๊มมีอัตราการไหลสูงสุดที่ ๒๒ ลิตรต่อนาทีในกรณีที่เชื่อมต่ออนุกรมและมีอัตราการไหลสูงสุดที่ ๔๔ ลิตรต่อนาทีในกรณีที่เชื่อมต่อแบบขนาน

๑.๑๓.๙ ปั๊มมีแรงดันสูงสุดไม่น้อยกว่า ๐.๙๖ เมตร

๑.๑๓.๑๐ ชุดอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคสำหรับควบคุมการปรับอัตราการไหล

๑.๑๓.๑๑ มีเกจแสดงแรงดันของน้ำที่ตำแหน่งของปั๊มแต่ละตัว

๑.๑๓.๑๒ รองรับหัวข้อการทดลองดังนี้

๑.๑๓.๑๒.๑ ศึกษาการทำงานของปั๊มหอยโข่ง (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. อ่างควบคุมอุณหภูมิผลิตจากวัสดุสแตนเลสสตีลมีความจุภายในอ่างขนาดไม่น้อยกว่า ๑๐ลิตร ภายในติดตั้งปั๊มสำหรับไหลเวียนสารทำอุณหภูมิ

๒.๒. ควบคุมการทำงานผ่านแป้นควบคุมที่ติดตั้งอยู่ทางด้านหน้าของอ่างควบคุมพร้อมหน้าแสดงผลแบบดิจิตอล

๒.๓. มีการติดตั้งเซ็นเซอร์ตรวจวัดปริมาณของเหลวภายในอ่างควบคุมอุณภูมิ และมีระบบตัดการทำงานอัตโนมัติในกรณีที่อุณหภูมิเกินค่าที่กำหนด

๒.๔. สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ในช่วง ๕ ถึง ๑๐๐ องศาเซสเซียล มีความเสถียรของอุณหภูมิในช่วง ± ๐.๕ องศาเซลเซียส

๒.๕. สามารถควบคุมอัตราการไหลของสารทำอุณหภูมิได้สูงสุด ๑๔ ลิตรต่อนาที

๓. มีอุปกรณ์ตรวจวัดค่าอุณหภูมิเอนกประสงค์

๓.๑. ติดตั้งโพรบวัดค่าอุณหภูมิชนิดเทอร์มิสเตอร์ที่ผลิตจากสแตเลสสตีล เกรด 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. ไฟกระพริบสีเขียวแสดงถึงสถานะการเชื่อมต่อกับแอพพิลเคชั่น

๓.๔.๔. ไฟกระพริบสีส้มแสดงถึงสถานะการบันทึกข้อมูล

๓.๔.๕. ไฟกระพริบสีแดงแสดงถึงสถานะการแบตเตอรี่ต่ำ

๓.๕. อุปกรณ์วัดสามารถตรวจวัดค่าอุณหภูมิได้ในช่วง -๔๐ องศาเซลเซียสถึง ๑๒๕ องศาเซลเซียส ที่มีความละเอียด ๐.๑ องศาเซลเซียส และมีความแม่นยำในช่วง ±๐.๓ องศาเซลเซียส

๓.๖. ภายในอุปกรณ์วัดมีการติดตั้งแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน ขนาดไม่น้อยกว่า ๓.๗ โวลต์ ๑๓๐๐ มิลลิแอมป์

๔. ชุดคอมพิวเตอร์

๔.๑. มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) Core i๕ โดยมีความถี่พื้นฐาน ๒.๙ 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. มีซอฟแวร์ระบบปฏิบัติการณ์ Microsoft Windows ๑๑ ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้อง

๔.๖ สามารถเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าขนาด ๒๒๐ -๒๔๐ โวลต์ที่ความถี่ ๕๐ เฮิร์ต และมีการใช้กระแส ๑๐ แอมป์ ได้

๕. เครื่องปรับแรงดันไฟคงที่ (STABILIZER) ขนาด ๕๐๐๐โวลต์แอมแปร์ /๔๐๐๐ วัตต์

๖. ชุดเครื่องมือช่างพื้นฐาน ประกอบด้วย

๖.๑. ชุดประแจแหวนข้างปากตายช่วง ขนาด ๘-๒๔ 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 ½ นิ้ว และลูกบ๊อกขนาด ๘-๓๒ มิลลิเมตร

๖.๕. ชุดคีม ๕ ชิ้น ประกอบด้วย คีมตัดปากเฉียง ขนาด ๘ นิ้ว คีมปากแหลม ขนาด ๘ นิ้ว คีมปากจิ้งจก ขนาด ๘ นิ้ว คีมล๊อคปากตรง ขนาด ๑๐ นิ้ว และคีมคอม้าปั๊มน้ำ 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) ขนาด1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 5.5, 6, 8 และ 10 มิลลิเมตร

๖.๘. ชุดสว่านกระแทกไร้สาย ๑๘ โวลต์ พร้อมชุดดอกสว่าน

ข้อกำหนดอื่นๆ

๑. สินค้ารับประกันคุณภาพ ๒ ปี พร้อมตรวจเช็คเครื่อง (Preventive Maintenance) ๒ ครั้ง ในช่วงระยะเวลารับประกัน

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)

ระยะเวลารับประกันอย่างน้อย ๒ ปี

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

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

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรญา เขียวนาวาวงศ์ษา)

ลงชื่อ.....กรรมการและเลขานุการ
(นายศุภเชษฐ์ พรรณาไทร)