

รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. **ชื่อครุภัณฑ์** ชุดปฏิบัติการพัฒนายางรถยนต์สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า : พื้นฐานสู่การพัฒนาความรู้และนวัตกรรม
2. **จำนวนที่ต้องการ** 1 ชุด
3. **รายละเอียดทั่วไป**
 - 3.1 เครื่องทดสอบหาค่าลักษณะการสูกของยาง (Moving Die Rheometer) จำนวน 1 เครื่อง
 - 3.2 เครื่องบดผสมยางแบบสองลูกกลิ้ง (Two Roll Mill) จำนวน 1 เครื่อง
 - 3.3 เครื่องหล่อเย็น (Air-Cooled Water Chilling Unit) จำนวน 1 เครื่อง
 - 3.4 เครื่องทดสอบความต้านทานจากการสึกหรอแบบ DIN (DIN Abrasion Tester) จำนวน 1 เครื่อง
 - 3.5 เครื่องทดสอบความถ่วงจำเพาะของวัสดุ (Densimeter) จำนวน 1 เครื่อง
 - 3.6 เครื่องทดสอบความต้านทานจากการสึกหรอแบบ Akron (Akron Abrasion Tester) จำนวน 1 เครื่อง
 - 3.7 เครื่องตัดชิ้นทดสอบพร้อมอุปกรณ์ตัดตัวอย่าง (Auto-Pneumatic Cutter Press) จำนวน 1 เครื่อง
 - 3.8 เครื่องวัดความแข็งของยางแบบดิจิตอลพร้อมแท่นทดสอบ (Durometer Shore A with Stand Tester) จำนวน 1 เครื่อง
 - 3.9 ชุดทดสอบแรงอัดและการเสียรูป (Compression and Deformation Tester) จำนวน 1 ชุด
 - 3.10 เครื่องทดสอบความกระด้างตัวของยาง (Resilience Elasticity Tester) จำนวน 1 เครื่อง
 - 3.11 เครื่องอัดขึ้นรูปยาง (Hydraulic Molding Press) จำนวน 1 เครื่อง
 - 3.12 เครื่องให้ความร้อนพร้อมกวนสารละลาย จำนวน 1 เครื่อง
 - 3.13 ตะแกรงร่อน (Test Sieve) จำนวน 1 ชุด
 - 3.14 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง จำนวน 1 เครื่อง
 - 3.15 ตู้อบลมร้อน จำนวน 1 เครื่อง
 - 3.16 เครื่องกวนสารแบบใบพัด จำนวน 1 เครื่อง
 - 3.17 เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมซอฟต์แวร์วิเคราะห์ สำหรับการเก็บข้อมูล วิเคราะห์และแสดงผล (Data acquisition and evaluation system) จำนวน 1 เครื่อง
 - 3.18 เครื่องพิมพ์แบบฉีดหมึกพร้อมติดตั้งถังหมึกพิมพ์ (Ink Tank Printer) จำนวน 1 เครื่อง
 - 3.19 โต๊ะพร้อมเก้าอี้สำหรับรองรับชุดคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย
 - 3.19.1 โต๊ะสำหรับวางชุดคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ตัว
 - 3.19.2 เก้าอี้ไม่มีพนักพิง จำนวน 1 ตัว

4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

- 4.1. เครื่องทดสอบหาค่าลักษณะการสูกของยาง (Moving Die Rheometer) จำนวน 1 เครื่อง
 - 4.1.1 เป็นเครื่องทดสอบแบบ Moving Die Rheometer (MDR) ใช้การแกว่งของ Die เป็นหลักในการทำงาน มีหลักการทำงานแบบ Moving Die Rheometer เป็นไปตามมาตรฐานสากล ASTM D 5289-2017, GB/T 16584-1996 และ ISO 6502-3-2018
 - 4.1.2 มีซีลยางที่ตำแหน่ง Upper Die และ Lower Die ทำให้ Die ถูกปิดอย่างสมบูรณ์ขณะทำการทดสอบ (Sealed Die Type)
 - 4.1.3 มีมุมในการทดสอบ (Oscillation amplitude) เท่ากับ ± 0.5 องศา
 - 4.1.4 ควบคุมอุณหภูมิในการทดสอบแบบ PID สามารถทำอุณหภูมิในการทดสอบได้สูงสุด 200 องศาเซลเซียส
 - 4.1.5 ค่าความแม่นยำของอุณหภูมิ (Temperature Accuracy) น้อยกว่าหรือเท่ากับ ± 0.3 องศาเซลเซียส และมีความละเอียดของอุณหภูมิ (Temperature Display Resolution) เท่ากับ 0.01 องศาเซลเซียสหรือดีกว่า
 - 4.1.6 มีช่วงแรงบิดทดสอบสูงสุด (Maximum Torque) เท่ากับ 225 เดซินิวตัน-เมตร (dN-m) หรือดีกว่า
 - 4.1.7 มีความละเอียดของค่าแรงบิด (Torque Display Resolution) เท่ากับ 0.001 หน่วย หรือดีกว่า
 - 4.1.8 สามารถแสดงหน่วยของแรงบิด (Torque unit) เป็น dN-m, kgf-cm และ lbf-in ได้เป็นอย่างดี
 - 4.1.9 เครื่องทดสอบสามารถแสดงค่าของแรง (Foam force range) ได้สูงสุด เท่ากับ 20 กิโลนิวตันหรือดีกว่า
 - 4.1.10 สามารถแสดงหน่วยของแรง (Foam force unit) เป็น N, dN, kg และ lb ได้เป็นอย่างดี
 - 4.1.11 ความถี่ในการบิดเท่ากับ 100 รอบต่อนาที (rpm) หรือ 1.67 ± 0.01 เฮิรตซ์ (Hz) หรือดีกว่า
 - 4.1.12 ตัวเครื่องสามารถทำอุณหภูมิ (Heating Time) ตั้งแต่ 25 ถึง 190 องศาเซลเซียสในเวลา น้อยกว่า 6 นาที หรือดีกว่า
 - 4.1.13 เครื่องทดสอบมีหน้าจอสำหรับควบคุมการทำงานและแสดงผล (Display) แบบ Color Touch Screen
 - 4.1.14 สามารถกำหนดเวลาในการทดสอบ, อุณหภูมิในการทดสอบ และสั่งเริ่มทำการทดสอบได้ที่ตัวเครื่องไม่ผ่านโปรแกรมใช้งาน

- 4.1.15 หน้าจอสามารถแสดงอุณหภูมิของ Die, เวลา และ ค่า S' , S'' , S^* และ Pressure ในขณะที่ทำการทดสอบ ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 4.1.16 โปรแกรมสามารถแสดงผลการทดสอบแบบ Real-time ตลอดเวลาการทดสอบ สามารถแสดงกราฟ และค่าผลการทดสอบต่างๆ เช่น Torque S' และ S'' , Complex torque S^* , Foam Force or Foam Pressure, Cure rate และ สามารถตั้งค่า Specification Limit ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 4.1.17 หน้าจอแสดงผลสามารถควบคุมการทำงานของแผ่นให้ความร้อน (On – Off Heater) , การขึ้น-ลง ของ Upper Die และ การส่าย (Oscillation) ของ Lower Die ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 4.1.18 ใช้ระบบลม (Pneumatic System) ในการควบคุมการขึ้นลงของ Upper Die และ ประตูของเครื่องทดสอบ โดยมีชุดปรับแรงดัน (Air Regulator) สำหรับควบคุมแรงดันใช้งาน
- 4.1.19 เชื่อมต่อการทำงานของโปรแกรมกับเครื่องทดสอบผ่านสายสัญญาณหัวต่อแบบ RJ45 เพียงเส้นเดียวเพื่อความเสถียร และ ความเร็วในการรับส่งข้อมูล
- 4.1.20 โปรแกรมควบคุมการทำงานผ่านชุดคอมพิวเตอร์แบบไม่จำกัดผู้ใช้งาน
- 4.1.21 โปรแกรมมีการป้องกันการแก้ไขพารามิเตอร์ โดยต้องป้อนรหัสเพื่อเข้าสู่โหมดการตั้งค่า
- 4.1.22 โปรแกรมสามารถแปลงข้อมูลผลการทดสอบไปสู่โปรแกรมอื่นได้ เช่น Excel File และ Image File ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 4.1.23 ชุดบอร์ดควบคุมการทำงานต่างๆ ของเครื่องทดสอบ เช่น อุณหภูมิ, มอเตอร์ และแรงบิด จะแยกอิสระจากกันเพื่อง่ายต่อการซ่อมบำรุงและประหยัดค่าใช้จ่าย
- 4.1.24 เครื่องทดสอบใช้ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์
- 4.1.25 มีใบรับรองผลการตรวจสอบการทำงาน (Inspection Report) เครื่องทดสอบจากผู้ผลิต และใบรายงานผลการสอบเทียบจากห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO/IEC 17025:2017 สำหรับเครื่องทดสอบหาค่าลักษณะการสุกของยาง
- 4.1.26 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากบริษัทที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001 และ เป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัย CE
- 4.1.27 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตโดยตรง หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย
- 4.1.28 มีชุดอุปกรณ์ประกอบการใช้งานเครื่องทดสอบ จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 4.1.28.1 ชุดฐานวางเครื่องทดสอบทำจากเหล็กชุบเคลือบกันสนิมแบบมีล้อ (Tester Stand) ขนาดไม่น้อยกว่า กว้าง 67.5 x ลึก 65 x สูง 73 เซนติเมตร จำนวน 1 ชุด

4.1.28.2 PET Film ความหนา 12 ไมครอน	จำนวน 1 ม้วน
4.1.28.3 PET Cutter Box สำหรับตัดฟิล์ม	จำนวน 1 ชุด
4.1.28.4 Torque Calibrator	จำนวน 1 ชุด
พร้อมใบรายงานผล (Inspection Report) แรงบิดที่มุม ± 0.5 องศา จากผู้ผลิต	
4.1.28.5 Heater	จำนวน 2 ชุด
4.1.28.6 Rubber Seal	จำนวน 10 ชิ้น
4.1.28.7 ชุดเปลี่ยน Rubber Seal	จำนวน 1 ชุด
4.1.28.8 ประแจปอนด์ ขนาด 50 lb-in	จำนวน 1 ตัว
4.1.28.9 โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องทดสอบ	จำนวน 1 ชุด

- 4.2. เครื่องบดผสมยางแบบสองลูกกลิ้ง (Two Roll Mill) จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 4.2.1 ลูกกลิ้ง 2 ลูก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว และยาวไม่น้อยกว่า 16 นิ้ว
 - 4.2.2 ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง สามารถปรับได้ 0.2 – 20 มิลลิเมตร โดยมีอุปกรณ์ป้องกันไม่ให้ลูกกลิ้งทั้งสองลูกสัมผัสกัน
 - 4.2.3 มีอุปกรณ์หมุนปรับระยะลูกกลิ้ง
 - 4.2.4 ลูกกลิ้งทั้งสองลูก ผลิตจากเหล็กเกรดพิเศษ มีค่าความแข็ง 60 HRC เคลือบด้วยฮาร์ดโครม
 - 4.2.5 ความเร็วรอบสูงสุดของลูกกลิ้งหน้าและหลังไม่น้อยกว่า 40 รอบต่อนาทีตามลำดับ โดยความเร็วรอบของลูกกลิ้งสามารถปรับตั้งได้ด้วยอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบ (Inverter)
 - 4.2.6 เครื่องบดผสม ประกอบด้วยเกียร์ 2 ตัว ในการส่งกำลังระหว่างลูกกลิ้งหน้าและลูกกลิ้งหลัง
 - 4.2.7 ลูกกลิ้งทั้งสองลูกมีช่องสำหรับการควบคุมอุณหภูมิได้ด้วยน้ำช่องน้ำหล่อเย็นแบบกันหอย (Spiral Channel) โดยน้ำจะถูกเปิดใช้อัตโนมัติเมื่ออุณหภูมิเกินค่าที่ตั้งไว้ เชื่อมต่อผ่านอุปกรณ์ Rotary Joints
 - 4.2.8 เครื่องบดผสม ติดตั้งพร้อมด้วยตู้ควบคุมไฟฟ้าที่ประกอบด้วย สวิตช์เปิด - ปิด การทำงานของลูกกลิ้ง สวิตช์ฉุกเฉิน
 - 4.2.9 บริเวณลูกกลิ้งของเครื่องบดผสม มีการติดตั้งอุปกรณ์ตะแกรงป้องกันมือเข้าในลูกกลิ้ง อุปกรณ์หยุดการทำงานฉุกเฉินด้วยเท้า และอุปกรณ์หยุดการทำงานด้วยมือที่แผงควบคุม เพื่อเพิ่มความปลอดภัยสำหรับผู้ปฏิบัติงาน
 - 4.2.10 ชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ขนาด 4 กิโลวัตต์ พร้อมอุปกรณ์ตัดการทำงานอัตโนมัติเมื่อกระแสไฟฟ้า เกิน
 - 4.2.11 เครื่องบดผสมติดตั้งอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบของลูกกลิ้ง (Inverter) ขนาด 4 กิโลวัตต์ เพื่อให้สามารถปรับความเร็วรอบของลูกกลิ้งได้
 - 4.2.12 ใช้ไฟฟ้า 3 เฟส 380 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์

- 4.2.13 เครื่องบดผสมติดตั้งพร้อมอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิได้ด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าแบบแท่ง (Cartridge Heaters) ภายในลูกกึ่งควบคุมด้วยระบบฮีตเตอร์ 3 โซน (True 3-Zone) โดยควบคุมส่วนกลางลูกกึ่ง 1 โซน และควบคุมซ้าย-ขวา อีก 2 โซน แต่ละโซนควบคุมอุณหภูมิแยกอิสระด้วยเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบดิจิทัล PID และมีระบบหล่อเย็นด้วยน้ำ
- 4.2.14 บริษัทผู้ผลิตได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001 ด้านการออกแบบการผลิตและการบริการหลังการขายเครื่องจักรแปรรูปยางและพลาสติก
- 4.2.15 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตโดยตรง หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย

4.3 เครื่องหล่อเย็น (Air-Cooled Water Chilling Unit) จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 4.3.1 เครื่องหล่อเย็นมาพร้อมซิลเลอร์ระบายความร้อนด้วยอากาศที่ควบคุมอุณหภูมิน้ำได้แม่นยำที่ $24 \pm 0.5 - 1.5^{\circ}\text{C}$ ด้วยแรงดันคงที่ 2.5-3 บาร์
- 4.3.2 การทำงานระบบปิด (Closed-loop) โดยปั้มน้ำส่งน้ำเย็นไปยังเครื่องจักร และนำน้ำร้อนที่ย้อนกลับจะเข้าสู่ถังน้ำเพื่อถูกทำให้เย็นโดยซิลเลอร์ก่อนส่งกลับไปใช้งานอีกครั้ง
- 4.3.3 ใช้สารทำความเย็นที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม R410A
- 4.3.4 กำลังทำความเย็น (Refrigerant Capacity) 5.2 kW
- 4.3.5 อัตราการไหลของปั้ม (Pump Flow) 14.8 ลิตร/นาที
- 4.3.6 ความจุถังน้ำ (Water Tank Capacity) ไม่น้อยกว่า 35 ลิตร
- 4.3.7 กำลังไฟรวม (Total Power) 2.2 kW
- 4.3.8 ใช้ไฟฟ้า 3 เฟส 380 - 400 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์
- 4.3.10 มีคู่มือการใช้งานภาษาไทย 1 ชุด และคู่มือการใช้งานภาษาอังกฤษ 1 ชุด
- 4.3.11 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตโดยตรง หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย

4.4 เครื่องทดสอบความต้านทานจากการสึกหรอแบบ DIN (DIN Abrasion Tester) จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 4.4.1 เป็นเครื่องทดสอบความต้านทานจากการสึกหรอของวัสดุ ประเภท ยาง หรือโพลีเมอร์ แบบ DIN ตามมาตรฐาน DIN 53516 ได้
- 4.4.2 ตัวเครื่องทดสอบทำจากเหล็ก ชุบเคลือบกันสนิม มีความแข็งแรงทนทาน

- 4.4.3 มีแผงควบคุมการทำงาน แบบกันน้ำ กันฝุ่น (Membrane Keypad) แผงควบคุมมีปุ่ม เริ่ม-หยุด การทำงาน (Start-Stop) และปุ่มสำหรับปรับล้อทดสอบ (Adjust) ให้ขยับเป็นจังหวะ (Jogging) สำหรับติดตั้งกระดาษทราย
- 4.4.4 มีท่อสำหรับดูดฝุ่นจากการทดสอบ (Vacuum pipe) โดยจะเคลื่อนที่ไปพร้อมกับชิ้นทดสอบ ในทิศทางเดียวกัน โดยจะมีจุดต่อกับเครื่องดูดฝุ่นด้านหลังของตัวเครื่องทดสอบ
- 4.4.5 เส้นผ่านศูนย์กลางของล้อขัด มีขนาด 150 ± 0.2 มิลลิเมตร
- 4.4.6 ล้อขัดมีความยาวไม่น้อยกว่า 460 มิลลิเมตร
- 4.4.7 ความเร็วในการทดสอบของล้อขัด เท่ากับ 40 ± 1 รอบต่อนาที (Drum Rotating Speed)
- 4.4.8 สามารถกำหนดระยะการทดสอบ (Abrasion Travel Distance) ได้ไม่น้อยกว่า 40 เมตร หรือเท่ากับ 84 รอบของล้อขัด และ 20 เมตร หรือเท่ากับ 42 รอบของล้อขัด
- 4.4.9 มีความเร็วในการขัดถูชิ้นงาน (Abrasion Speed) เท่ากับ 0.32 เมตร/วินาที
- 4.4.10 การเคลื่อนที่ของชุดจับชิ้นงาน เท่ากับ 4.2 ± 0.04 มิลลิเมตรต่อ 1 รอบการหมุนของล้อขัด (Grip's lateral displacement)
- 4.4.11 ตำแหน่งใส่ชิ้นทดสอบทำมุม 3 องศา กับ ล้อขัด (Inclination)
- 4.4.12 ชุดจับชิ้นทดสอบสามารถปรับตั้งความหนาในการทดสอบของชิ้นงานได้ (Specimen Thickness Adjuster)
- 4.4.13 ชุดจับชิ้นทดสอบมีที่รองรับตุ้มน้ำหนัก (Load Seat) สำหรับการทดสอบที่ 10 ± 0.2 นิวตัน และ 5 ± 0.1 นิวตัน ได้
- 4.4.14 เครื่องทดสอบรองรับการทดสอบในลักษณะชิ้นงานไม่หมุนตามล้อขัด (Non-rotation method)
- 4.4.15 ทำงานด้วยระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์
- 4.4.16 ตัวเครื่องต้องออกแบบเป็นไปตามมาตรฐาน DIN 53516 และมีเอกสารยืนยันจากผู้ผลิต
- 4.4.17 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตโดยตรง หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย
- 4.4.18 มีใบรับรองผลการตรวจสอบการทำงานและสอบเทียบ (Inspection and Calibration Report) เครื่องทดสอบจากผู้ผลิต
- 4.4.19 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากบริษัทที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001 และ เป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัย CE
- 4.4.20 มีชุดอุปกรณ์ประกอบการใช้งานเครื่องทดสอบ จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 4.4.20.1 ตุ้มน้ำหนัก 2.5 นิวตัน จำนวน 1 ชิ้น
 - 4.4.20.2 ตุ้มน้ำหนัก 5 นิวตัน จำนวน 1 ชิ้น

- 4.4.20.3 ยางมาตรฐาน พร้อมใบรับรองจาก BAM ประเทศเยอรมัน ขนาด กว้างไม่น้อยกว่า 181 มม. ยาวไม่น้อยกว่า 181 มม. และหนาไม่น้อยกว่า 6 มม. จำนวน 1 แผ่น
- 4.4.20.4 กระดาษทราย เบอร์ 60 (#60) ขนาดกว้าง 400 มม. และยาว 473 มม. จำนวน 5 แผ่น
- 4.4.20.5 หัวขัดสำหรับลบคมกระดาษทราย (Pre-Abrasion Block) จำนวน 2 ชิ้น
- 4.4.20.6 อุปกรณ์วัดความหนาในการทดสอบของชิ้นงาน (Standard Gauge) จำนวน 1 ชุด
- 4.4.20.7 อุปกรณ์กำหนดระยะในการทดสอบ (Travel Distance Adjuster) จำนวน 1 ชุด
- 4.4.20.8 หัวเจาะชิ้นทดสอบ (Cutting Tool) สำหรับตัดชิ้นงานให้ได้ขนาด 16 ± 0.2 มิลลิเมตร ที่ความหนา 6 -15 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- 4.4.20.9 เครื่องเจาะชิ้นทดสอบ (Drill press) จำนวน 1 เครื่อง
- 4.4.20.10 เครื่องดูดฝุ่นแบบแห้งสำหรับทำความสะอาดฝุ่นผงที่เกิดระหว่างการทดสอบและ ภายหลังการทดสอบ จำนวน 1 เครื่อง

4.5 เครื่องทดสอบความถ่วงจำเพาะของวัสดุ (Densimeter) จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 4.5.1 เครื่องทดสอบสามารถชั่งน้ำหนักของชิ้นงานได้ตั้งแต่ 0.001 ถึง 300 กรัม หรือดีกว่า และสามารถอ่านค่าได้ละเอียดถึง 0.001 กรัม
- 4.5.2 สามารถวัดค่าความหนาแน่นของวัสดุได้ละเอียดไม่น้อยกว่า 0.001 กรัมต่อลูกบาศก์ เซนติเมตร
- 4.5.3 มีโหมดปรับเพื่อแสดงค่าความละเอียดของน้ำหนักและความหนาแน่นแบบประมาณเป็น ทศนิยม 4 ตำแหน่งได้
- 4.5.4 ตัวเครื่องรองรับการวัดค่าความหนาแน่นของวัสดุที่ลอยน้ำ ของแข็ง ของเหลว หรือ ผง ที่ใช้ เป็นตัวกลางในการวัดค่าความหนาแน่นได้
- 4.5.5 มีภาชนะเป็นพลาสติกใส สำหรับบรรจุน้ำ หรือของเหลวที่ใช้เป็นตัวกลางในการวัดค่าความ หนาแน่น พร้อมขีดบอกปริมาตรที่บรรจุ จำนวน 1 ชุด
- 4.5.6 มีโหมดการวัดค่าความหนาแน่นให้เลือกวัดได้ทั้ง Solid mode, Powder mode และ Liquid mode
- 4.5.7 มีฟังก์ชันในการปรับแก้ค่าความหนาแน่นของวัสดุอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของ
- 4.5.8 อุณหภูมิของน้ำ หรือของเหลวที่ใช้ในการทดสอบ (Compensate water temperature)
- 4.5.9 มีฟังก์ชันในการปรับแก้ค่าของเครื่องชั่ง (Balance adjustment) ด้วยลูกตุ้มน้ำหนัก ขนาด 200 กรัม หรือเรียกฟังก์ชันนี้ว่าการสอบเทียบเครื่อง (Calibration)

- 4.5.10 มีกล่องพลาสติกใสครอบปิดตัวเครื่องสำหรับป้องกันแรงลมขณะทำการวัดค่าความหนาแน่น
 - 4.5.11 ตัวเครื่องทดสอบต้องมีใบรายงานผลการสอบเทียบจากหน่วยงานหรือสถาบันที่มีความน่าเชื่อถือ
 - 4.5.12 ใช้กับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์
 - 4.5.13 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตโดยตรง หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย
 - 4.5.14 มีลูกตุ้มน้ำหนักขนาด 200 กรัม จำนวน 1 ชิ้น พร้อมใบรายงานผลการสอบเทียบ
 - 4.5.15 มีเครื่องเทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิในน้ำ หรือของเหลว จำนวน 1 เครื่อง
 - 4.5.16 มีคีมคีบชิ้นงานตัวอย่าง จำนวน 1 ชิ้น
 - 4.5.17 มีเหล็กโรสนิมรูปร่างตัวยูสำหรับชิ้นทดสอบที่ลอยน้ำ จำนวน 1 ชิ้น
- 4.6 เครื่องทดสอบความต้านทานจากการสึกหรอแบบ Akron (Akron Abrasion Tester) จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 4.6.1 เป็นเครื่องทดสอบความต้านทานจากการสึกหรอของวัสดุประเภทยางแบบอาร์กอน ตามมาตรฐาน GB/T 1689 ตัวเครื่องทดสอบทำจากเหล็ก ชุบเคลือบกันสนิม มีความแข็งแรงทนทาน
 - 4.6.2 มีแผงควบคุมการทำงาน แบบกันน้ำ กันฝุ่น (Membrane Keypad)
 - 4.6.3 แผงควบคุมการทำงานมีหน้าจอแสดงสถานะการทำงาน แบบ LCD 2 บรรทัด โดยแสดงจำนวนการทดสอบที่ตั้งไว้ (Set Value: SV) และจำนวนการทดสอบปัจจุบัน (Process Value: PV)
 - 4.6.4 แผงควบคุมมีปุ่มกด เพื่อปรับหลักจำนวนการทดสอบแสดงตำแหน่งโดยแถบกระพริบ (Cursor) และปุ่มกดสำหรับล้างจำนวนการทดสอบที่ดำเนินการแล้ว (Clear Button)
 - 4.6.5 สามารถปรับจำนวนรอบการทดสอบได้ตั้งแต่ 0 ถึง 99,999,999 รอบ หรือดีกว่า
 - 4.6.6 มีหลอดไฟแสดงการทำงาน (Indicating LED) เมื่อเริ่มทำการทดสอบ (Start) และมีสวิตช์ปิด-เปิด การทำงานของเครื่องทดสอบแยกจากปุ่มกดเริ่มการทดสอบ
 - 4.6.7 มีล้อหมุนปรับมุมองศาของชิ้นทดสอบกับหินขัดโดยปรับได้ตั้งแต่ 0-35° โดยมีเข็มชี้บอกตำแหน่ง
 - 4.6.8 มีแปรงหมุนทำความสะอาดชิ้นทดสอบ (Plastic Brush) และหินขัด (Steel Brush) ขณะทำการทดสอบ

- 4.6.9 มีแขนปรับสมดุลน้ำหนัก (Balance Bar) ในการทดสอบโดยมีแถบสเกล บอกตำแหน่งเพื่อกำหนดน้ำหนักในการทดสอบสำหรับการทดสอบตามมาตรฐาน GB/T 1689
 - 4.6.10 มีถาดสำหรับวางตุ้มน้ำหนักสำหรับการทดสอบ
 - 4.6.11 มีตุ้มน้ำหนักสำหรับกำหนดแรงกดที่ผิวของชิ้นงาน 26.7 ± 0.5 นิวตัน หรือดีกว่าตามมาตรฐาน
 - 4.6.12 ใช้หินขัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 150 มิลลิเมตร หนา 25 มิลลิเมตร และมีความหยาบเบอร์ 36 (#36)
 - 4.6.13 มีความเร็วของชิ้นทดสอบ (Specimen rotating speed) 76 ± 2 รอบต่อนาที ตามมาตรฐาน
 - 4.6.14 มีความเร็วของหินขัด (Grinding wheel rotating speed) 34 ± 1 รอบต่อนาที ตามมาตรฐาน
 - 4.6.15 ทำงานด้วยไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์
 - 4.6.16 มีใบรับรองผลการตรวจสอบการทำงานและสอบเทียบ (Inspection and Calibration Report) เครื่องทดสอบจากผู้ผลิต
 - 4.6.17 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากบริษัทที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001 และเป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัย CE
 - 4.6.18 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตโดยตรง หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย
- 4.7 เครื่องตัดชิ้นทดสอบพร้อมอุปกรณ์ตัดตัวอย่าง (Auto-Pneumatic Cutter Press) จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 4.7.1 เป็นเครื่องกดทำงานด้วยระบบลม (Pneumatic) โดยใช้งานร่วมกับชุดตัด (Die Cutter) สำหรับตัดชิ้นงานประเภทยาง พลาสติก และหนัง เป็นต้น ตัวเครื่องทดสอบทำจากเหล็ก ชูบเคลือบกันสนิม มีความแข็งแรงทนทาน
 - 4.7.2 เป็นเครื่องตัดที่ใช้ระบบลมในการควบคุมการทำงาน (Pneumatic System)
 - 4.7.3 มีปุ่มกดสั่งตัด (Push Button) จำนวน 2 ชุด ที่ต้องกดทำงานพร้อมกันเพื่อป้องกันอันตรายจากผู้ใช้งาน
 - 4.7.4 มีปุ่มกดเพิ่มแรง (Second Pressure Button) สำหรับเพิ่มแรงกดบนผิวของชิ้นงานต่อจากการกดครั้งแรก
 - 4.7.5 มีชุดปรับแรงดันลมใช้งาน (Air Regulator) เพื่อให้เหมาะสมกับชนิดของชิ้นงาน พร้อมวาล์วเปิด-ปิดการใช้งาน

- 4.7.6 มีกำลังกดสูงสุด (Capacity) ไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ตัน
 - 4.7.7 มีระยะชักของกระบอกสูบ (Stroke of cylinder) เท่ากับ 50 มิลลิเมตร
 - 4.7.8 มีแผ่นกดขนาด กว้าง 18 x ลึก 8 เซนติเมตรหรือดีกว่า
 - 4.7.9 มีใบรับรองผลการตรวจสอบการทำงาน (Inspection Report) เครื่องทดสอบจากผู้ผลิต
 - 4.7.10 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากบริษัทที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001
 - 4.7.11 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตโดยตรง หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย
 - 4.7.12 มีแผ่นรองตัดทำจากวัสดุซูเปอร์ลีน (Superlene Nylon) จำนวน 1 แผ่น
 - 4.7.13 มีมิตตัดชิ้นงาน (Die Cutter) ทำจากเหล็ก ตามมาตรฐาน ASTM D 412 Type C (Dumbbell Shaped Specimens) พร้อมใบรายงานผลการสอบเทียบจากห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO/IEC 17025 จำนวน 1 ชิ้น
 - 4.7.14 มีมิตตัดชิ้นงาน (Die Cutter) ทำจากเหล็ก ตามมาตรฐาน ASTM D 412 Type D (Dumbbell Shaped Specimens) พร้อมใบรายงานผลการสอบเทียบจากห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO/IEC 17025 จำนวน 1 ชิ้น
 - 4.7.15 มีมิตตัดชิ้นงาน (Die Cutter) ทำจากเหล็ก ตามมาตรฐาน ASTM D 624 Type C (Trouser-Shaped Specimens) พร้อมใบรายงานผลการสอบเทียบจากห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO/IEC 17025 จำนวน 1 ชิ้น
 - 4.7.16 มีมิตตัดชิ้นงาน (Die Cutter) ทำจากเหล็ก ตามมาตรฐาน ISO 37 Type 4 (Dumbbell Shaped Specimens) พร้อมใบรายงานผลการสอบเทียบจากห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO/IEC 17025 จำนวน 1 ชิ้น
- 4.8 เครื่องวัดความแข็งของยางแบบดิจิตอลพร้อมแท่นทดสอบ (Durometer Shore A with Stand Tester) จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 4.8.1 เป็นเครื่องวัดความแข็งแบบดิจิตอลชนิด Shore A ใช้ทดสอบความแข็งของยางแบบทั่วไป
 - 4.8.2 เครื่องวัดความแข็งของยางตามมาตรฐาน ASTM D 2240, JIS K 6253, ISO 7619, ISO 868, JIS K 7215 เป็นต้น
 - 4.8.3 สามารถแสดงผลการวัดเป็นทศนิยม 1 ตำแหน่ง และอ่านค่าความแข็งได้ต่ำสุด 0.5 หน่วยหรือดีกว่า
 - 4.8.4 มีฟังก์ชันคงค่าจากการวัดที่หน้าจอแสดงผล (Peak Hold)
 - 4.8.5 มีค่าแรงกดของสปริง (Spring Load) เท่ากับ 550 – 8050 มิลลินิวตัน

- 4.8.6 มีขนาดของหัวกด (Indenter Shape) เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.79 มิลลิเมตรทำมุม 35 องศา ทรงแบบ Truncated Cone
 - 4.8.7 มีความสูงของหัวกด (Indenter Height) 2.50 มิลลิเมตร
 - 4.8.8 แท่นทดสอบเป็นแบบปรับตั้งด้วยตนเอง (Manual) ควบคุมความเร็วในการขยับลงมาทดสอบที่ขึ้นงานด้วยสกรู (Thumb Screw)
 - 4.8.9 ใช้แกนเกลียวสี่เหลี่ยม เพื่อป้องกันด้ามเลื่อนล้มและการเลื่อนขึ้นลง
 - 4.8.10 แรกกดลงบนชิ้นทดสอบในการวัดหาค่าความแข็งเมื่อรวมเครื่องวัดความแข็งแบบดิจิทัล เท่ากับ 1 กิโลกรัม ตามมาตรฐานการทดสอบ
 - 4.8.11 มีฐานรองชิ้นงานเป็นรูปสี่เหลี่ยมทำจากเหล็ก หรือ สแตนเลส พร้อมแผ่นยางกันกระแทก
 - 4.8.12 แท่นทดสอบรองรับการติดตั้งตุ้มน้ำหนักเพิ่มขนาด 4 กิโลกรัม สำหรับการวัดค่าความแข็งแบบ Shore D ได้ในอนาคต
 - 4.8.13 มีใบรายงานผลการสอบเทียบค่าแรงกดจากห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO/IEC 17025
 - 4.8.14 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตโดยตรง หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย
 - 4.8.15 มียางมาตรฐานสำหรับตรวจเช็คเครื่องมือวัด ช่วงความแข็งระดับต่ำ จำนวน 1 ชิ้น
 - 4.8.16 มียางมาตรฐานสำหรับตรวจเช็คเครื่องมือวัด ช่วงความแข็งระดับกลาง จำนวน 1 ชิ้น
 - 4.8.17 มียางมาตรฐานสำหรับตรวจเช็คเครื่องมือวัด ช่วงความแข็งระดับสูง จำนวน 1 ชิ้น
- 4.9 ชุดทดสอบแรงอัดและการเสียรูป (Compression and Deformation Tester) จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 4.9.1 เป็นชุดทดสอบสำหรับการวัดสมบัติของการบีบอัดของวัสดุทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 395 Method B
 - 4.9.2 ชุดทดสอบทำจากเหล็กปลอดสนิม หรือเหล็กชุบเคลือบกันสนิม
 - 4.9.3 มีเสาเกลียวสกรูสำหรับปรับแรงกดในการทดสอบ จำนวนไม่น้อยกว่า 4 เสา
 - 4.9.4 มีแผ่นกดชิ้นงาน จำนวน 3 แผ่น สามารถแบ่งชั้นการทดสอบได้ 2 ชั้นทดสอบ หรือดีกว่า
 - 4.9.5 มีแท่งโลหะกั้น (Spacer Bar) หนาเท่ากับ 9.5 ± 0.02 มิลลิเมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 6 ชิ้น
 - 4.9.6 มีแท่งโลหะกั้น (Spacer Bar) หนาเท่ากับ 4.5 ± 0.01 มิลลิเมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 6 ชิ้น
 - 4.9.7 ชุดทดสอบรองรับการทดสอบที่อุณหภูมิตั้งแต่ อุณหภูมิห้อง ถึง 300 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
 - 4.9.8 มีใบรับรองผลการสอบวัดความหนาของแท่งโลหะกั้นจากบริษัทผู้ผลิต (Inspection Report)

4.9.9 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตโดยตรง หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย

4.10 เครื่องทดสอบความกระด้างตัวของยาง (Resilience Elasticity Tester) จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.10.1 ตัวเครื่องทดสอบทำจากเหล็กชุบเคลือบกันสนิม มีความแข็งแรงทนทาน

4.10.2 มีแผงควบคุมการทำงาน แบบ HMI (Touchscreen) 4 บรรทัด

4.10.3 มีปุ่มปลดล็อกหัวตีกระแทกก่อนเริ่มการทดสอบ (Release Trigger)

4.10.4 มีชุดปรับตำแหน่งของชิ้นทดสอบ (Specimen holder adjusting knob) และตัวล็อกตำแหน่งการใช้งาน (Lock Knob)

4.10.5 มีระดับน้ำ (Spirit Level) แสดงความสมดุลของตัวเครื่องในตำแหน่งติดตั้งเครื่องทดสอบที่ตัวเครื่อง

4.10.6 มีปริ้นเตอร์ที่ตัวเครื่อง (Compact Printer) สามารถพิมพ์ข้อมูลภายหลังการทดสอบได้โดยไม่ต้องต่อร่วมกับอุปกรณ์เสริม

4.10.7 เครื่องทดสอบรองรับการทดสอบแรงตีกระแทก (Impact Capacity) ที่ 0.2 จูล หรือ 0.5 จูล ได้ เป็นอย่างน้อย

4.10.8 มีช่วงแสดงผล (Indicating Range) ที่ 0 – 100%

4.10.9 มีค่าความละเอียด (Minimum graduation on indicator scale) เท่ากับ 1 % หรือดีกว่า

4.10.10 มีความยาวของก้านตี (Length of Pendulum) เท่ากับ 200 ± 0.5 มิลลิเมตร

4.10.11 มีมุมในการทดสอบ (Swinging Angle) เท่ากับ 90 องศา

4.10.12 ให้ความเร็วในการทดสอบ (Impact Speed) ตั้งแต่ 1.40 ถึง 2.04 เมตร/วินาที

4.10.13 รองรับการทดสอบชิ้นงานที่ความหนา (Range of specimen's thickness) ตั้งแต่ 0 ถึง 60 มิลลิเมตร

4.10.14 หน้าจอแสดงผลสามารถแสดงผลได้ ดังต่อไปนี้

4.10.14.1 มุมในขณะตีกระแทก (Angle in real time)

4.10.14.2 พิกัดของหัวตีกระแทก และ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวตีกระแทกที่ใช้งาน (Impact Cap)

4.10.14.3 มุมในการทดสอบ (Impact Angle)

4.10.14.4 มุมในการกระด้างตัว (Rebound Angle)

4.10.15 สามารถบันทึกผลการทดสอบที่ตัวเครื่อง และแสดงค่าเฉลี่ยการกระด้างตัวของยางทดสอบ (Resilience AVG) ได้

- 4.10.16 ติดตั้งหัวตีชนิด Schob Type ให้พลังงานการตีกระแทก (Impact Energy) ขนาด 0.5 จูล เป็นลักษณะรูปร่างครึ่งวงกลม (Semi-Sphere Shape) เส้นผ่านศูนย์กลาง 15 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชุด
 - 4.10.17 ทำงานด้วยระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์
 - 4.10.18 มีใบรับรองผลการตรวจสอบการทำงานและสอบเทียบ (Inspection and Calibration Report) เครื่องทดสอบจากผู้ผลิต
 - 4.10.19 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากบริษัทที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001 และ เป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัย CE
 - 4.10.20 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตโดยตรง หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย
- 4.11 เครื่องอัดขึ้นรูปยาง (Hydraulic Molding Press) จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 4.11.1 เป็นเครื่องกดอัดให้กำลังด้วยระบบไฮดรอลิก (Hydraulic loading system) อัดด้วยความร้อนขึ้นรูปโดยใช้แม่พิมพ์ ทำให้เกิดทั้งการขึ้นรูป (Forming) และคงรูป (Vulcanizing) ผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนเดียวกันโดยอาศัยความร้อนและแรงอัด
 - 4.11.2 ตัวเครื่องทำจากเหล็กชุบเคลือบกันสนิม มีความแข็งแรงทนทาน
 - 4.11.3 มีแผ่นให้ความร้อนด้านบน (Upper Heating Plate) และด้านล่าง (Lower Heating Plate) ขนาดเท่ากับ 300 x 300 มิลลิเมตร หรือดีกว่า
 - 4.11.4 สามารถทำอุณหภูมิได้ตั้งแต่อุณหภูมิห้อง +10 ถึง 300 องศาเซลเซียส และมีความแม่นยำ (Temp Accuracy) ที่อุณหภูมिन้อยกว่า 100 องศาเซลเซียส เท่ากับ ± 1.0 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
 - 4.11.5 สามารถให้แรงกดอัดสูงสุด (Capacity) 30 ตัน และมีความแม่นยำ (Load Accuracy) เท่ากับ 0.5 ตัน หรือดีกว่า
 - 4.11.6 มีความละเอียดของอุณหภูมิ (Temp Resolution) เท่ากับ 0.1 องศาเซลเซียส และความละเอียดของแรงกด (Load Resolution) เท่ากับ 0.1 ตัน หรือดีกว่า
 - 4.11.7 มีประตูปิดกันชุดกด ปิด-เปิด อัตโนมัติ เมื่อเริ่มหรือเสร็จสิ้นการทำงาน ควบคุมการทำงานด้วยมอเตอร์เพื่อป้องกันอันตรายแก่ผู้ใช้งาน (Safety Door)
 - 4.11.8 ตัวเครื่องมีล้อพร้อมขาตั้งปรับระดับ (Leveling Leg and Caster)
 - 4.11.9 ด้านหน้าตัวเครื่องมีปุ่มหยุดการทำงานฉุกเฉิน (Emergency Switch)
 - 4.11.10 มีหน้าจอควบคุมการทำงานแบบสีระบบสัมผัส (Color Touchscreen)

- 4.11.11 หน้าจอสามารถแสดงอุณหภูมิของแผ่นให้ความร้อน, แรงกด, เวลาทำงาน และรูปแบบการทำงาน ได้ในหน้าเดียวกัน
- 4.11.12 มีรูปแบบการทำงานแบบกำหนดคงที่ (Fix Mode) และแบบกำหนดเป็นลำดับขั้น (Program Mode) ได้
- 4.11.13 สามารถกำหนดรูปแบบการทำงานไว้ล่วงหน้าบันทึกไว้ในตัวเครื่องสามารถเรียกใช้งานได้ในภายหลัง (Program List)
- 4.11.14 สามารถกำหนดฟังก์ชันการให้ความร้อนก่อนเริ่มการทำงาน (Preheat Setting) เช่น เวลา, แรงกด เป็นต้น
- 4.11.15 ฟังก์ชันการทำงาน (Test Setting) สามารถเลือกหน่วยของแรงกด ได้เป็น ตัน, กิโลกรัม ต่อตารางเซนติเมตร หรือ เมกะปาสคาล ได้เป็นอย่างน้อย
- 4.11.16 สามารถกำหนดฟังก์ชันการทำงานสำหรับกำจัดช่องว่างอากาศ (Exhaust Setting) ของชิ้นงานในกระบวนการขึ้นรูป เช่น เวลา, แรงกด และ จำนวนครั้ง ได้เป็นต้น
- 4.11.17 สามารถแสดงกราฟการทำงานได้แบบ Real-Time โดยแสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ, เวลา และแรงกด
- 4.11.18 หน้าจอควบคุมการทำงานมีหน่วยเก็บความจำภายในเครื่อง สามารถบันทึกข้อมูลการทำงาน พร้อมสามารถนำออกข้อมูลการทำงาน (Export) และนำเข้า (Import) แบบ BIN Format และ XLS Format ผ่านช่อง USB ได้
- 4.11.19 เครื่องทดสอบใช้ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 380 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์
- 4.11.20 มีใบรับรองผลการตรวจสอบการทำงานและสอบเทียบ (Inspection and Calibration Report) เครื่องทดสอบจากผู้ผลิต
- 4.11.21 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากบริษัทที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001 และ เป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัย CE
- 4.11.22 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตโดยตรง หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย
- 4.11.23 มีแม่พิมพ์สำหรับขึ้นรูปชิ้นงานแผ่นขนาด กว้าง 150 x ยาว 150 x หนา 2 ± 0.2 มิลลิเมตร สำหรับการทดสอบความทนแรงดึง (Tensile Test) จำนวน 1 ชุด
- 4.11.24 มีแม่พิมพ์สำหรับขึ้นรูปชิ้นงานแผ่นขนาด กว้าง 150 x ยาว 150 x หนา 6 ± 0.2 มิลลิเมตร สำหรับการทดสอบความต้านทานจากการสึกหรอแบบ DIN (DIN Abrasion Test) และ การวัดค่าความแข็งของยางแบบ Shore A จำนวน 1 ชุด

- 4.11.25 มีแม่พิมพ์สำหรับขึ้นรูปชิ้นงานขนาด กว้าง 12.7 ± 0.2 x ยาว 235 ± 1 x หนา 3.2 ± 0.2 มิลลิเมตร สำหรับการทดสอบความต้านทานจากการสึกหรอแบบ Akron (Akron Abrasion Test) จำนวน 1 ชุด
- 4.11.26 มีแม่พิมพ์สำหรับขึ้นรูปชิ้นงานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 29 ± 0.5 มิลลิเมตร หนา 12.5 ± 0.5 มิลลิเมตร สำหรับการทดสอบแรงอัดและการเสียรูป (Compression and Deformation Test) และการทดสอบความกระด้างตัวของยาง (Resilience Elasticity Test) จำนวน 1 ชุด
- 4.11.27 มีแม่พิมพ์สำหรับขึ้นรูปชิ้นงานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 ± 0.5 มิลลิเมตร หนา 6 ± 0.2 มิลลิเมตร สำหรับการทดสอบแรงอัดและการเสียรูป (Compression and Deformation Test) จำนวน 1 ชุด
- 4.12 เครื่องให้ความร้อนพร้อมกวนสารละลาย จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 4.12.1 เป็นเครื่องกวนสารละลายด้วยแรงแม่เหล็ก และสามารถให้ความร้อนแก่สารละลายในเครื่องเดียวกัน
- 4.12.2 ควบคุมการทำงานให้แม่นยำด้วยระบบควบคุมแบบ Fuzzy และไมโครโพรเซสเซอร์
- 4.12.3 แผ่นให้ความร้อนเป็นรูปสี่เหลี่ยม ทำจากอลูมิเนียมหล่อขึ้นรูป (Cast Aluminum) เคลือบด้วยเซรามิก ทนต่อการกัดกร่อนและรอยขีดข่วน มีขนาดพื้นที่ไม่น้อยกว่า 150×150 มิลลิเมตร
- 4.12.4 สามารถตั้งความเร็วรอบในการทำงานได้ตั้งแต่ 100 ถึง 1600 รอบต่อนาที (rpm)
- 4.12.5 สามารถตั้งอุณหภูมิได้ตั้งแต่ช่วงอุณหภูมิห้องจนถึง 300 องศาเซลเซียส
- 4.12.6 สามารถตั้งเวลาการทำงานได้ตั้งแต่ 1 ถึง 99 ชั่วโมง 59 นาที
- 4.12.7 มีโหมดการตั้งโปรแกรมแบบ Experimental Phase ซึ่งสามารถตั้งได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 6 โปรแกรม โดยมีวิธีเปิดหรือปิดการทำงานโหมดนี้ได้ (Activation or Deactivation)
- 4.12.8 มีหน้าจอ LCD แสดงความเร็วรอบ, อุณหภูมิ และเวลาการทำงาน
- 4.12.9 สามารถกวนสารละลายได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 5 ลิตร
- 4.12.10 ในชุดอุปกรณ์มีเซนเซอร์วัดอุณหภูมิชนิด PT1000 แบบติดตั้งภายนอกพร้อมชุดแขนจับเซนเซอร์
- 4.12.11 ผลิตจากโรงงานที่ได้รับมาตรฐาน ISO9001
- 4.12.12 ผลิตภัณฑ์ได้รับ ECM Mark โดยได้มาตรฐาน EN61010-1: 2010+A1:2019 และ EN IEC 61326-1:2021 ตามข้อกำหนด CE directive ในหมวด 2014/35/EU (low voltage) และ 2014/30/EU (Electromagnetic Compatibility)

4.12.13 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตโดยตรง หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย

4.13 ตะแกรงร่อน (Test Sieve) จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.13.1 มีตะแกรงร่อน (Test sieve) ขนาด 75 ไมครอน (ASTM E11 Mesh No. 200) จำนวน 1 ชิ้น

4.13.2 มีตะแกรงร่อน (Test sieve) ขนาด 45 ไมครอน (ASTM E11 Mesh No. 325) จำนวน 1 ชิ้น

4.13.3 ทำจากสแตนเลส มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดไม่น้อยกว่า 203 มิลลิเมตร (8 นิ้ว)

4.13.4 ลวดตะแกรงโลหะ (Metallic Mesh) ทำจากเหล็กสแตนเลสเกรด AISI 304 หรือ AISI 316

4.13.5 ส่วนขอบตะแกรง (Frame) ทำจากเหล็กสแตนเลส เกรด AISI304 มีความสูงใช้งาน (useful Height) ไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร (± 3 มิลลิเมตร) สลักข้อมูลรายละเอียดของตะแกรงร่อน ข้างขอบตะแกรงด้วยเลเซอร์

4.13.6 บริษัทผู้ผลิตตะแกรงร่อนได้มาตรฐานระบบการจัดการ ISO 9001:2015 และได้มาตรฐานห้องปฏิบัติการทดสอบจาก ENAC ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐาน UNE-EN ISO/IEC 17025 ในภาคผนวกเชิงเทคนิค (Technical Annex) หมายเลข 310/LE683

4.13.7 ตะแกรงร่อนมีใบรับรองตามมาตรฐาน EN10204 ให้มาด้วยกัน

4.13.8 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตโดยตรง หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย

4.14 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.14.1 เครื่องชั่งไฟฟ้า สำหรับวิเคราะห์แบบชั่งด้านบนชนิดอ่านละเอียด (Analytical Balances) ที่ใช้เทคโนโลยีแบบ UniBloc

4.14.2 ตัวเครื่องทำจากพลาสติก ABS ซึ่งมีความแข็งแรง มีกระจกกันลมสามารถเปิด-ปิด ได้ 3 ทิศทาง (ด้านบน, ด้านซ้าย, ด้านขวา)

4.14.3 สามารถชั่งน้ำหนักได้สูงสุด 220 กรัม

4.14.4 ความละเอียดในการอ่านค่า 0.1 มิลลิกรัม หรือ 0.0001 กรัม

4.14.5 มีค่าเบี่ยงเบนของผลการชั่งจากน้ำหนักที่ถูกต้อง (Linearity) ± 0.2 mg

4.14.6 มีความผิดพลาดจากการชั่งน้ำหนักซ้ำ (Repeatability) ≤ 0.1 mg

4.14.7 มีค่าความสัมประสิทธิ์ของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (Temperature Coefficient Sensitivity) ± 2 ppm/ $^{\circ}$ C ในช่วง 10° C- 30° C

- 4.14.8 ให้ค่า Stabilization Time ประมาณ 3.0 วินาที
 - 4.14.9 งานซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 91 มิลลิเมตร
 - 4.14.10 มีระบบการปรับน้ำหนักโดยใช้ลูกตุ้มน้ำหนักภายในเครื่อง (Internal Calibration) และสามารถใช้อุปกรณ์น้ำหนักภายนอกปรับเทียบได้ (External Calibration)
 - 4.14.11 มีฟังก์ชันการปรับเทียบอัตโนมัติ (PSC) ซึ่งดำเนินการคาลิเบรชันอัตโนมัติเมื่อตรวจพบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิแวดล้อม เพื่อให้สามารถวัดค่าได้อย่างแม่นยำ
 - 4.14.12 มีฟังก์ชัน Easy Setting ที่สามารถปรับค่าอัตราการตอบสนองการอ่านค่าของเครื่องและค่า Stability ในระหว่างการชั่งได้
 - 4.14.13 ขนาดของเครื่องชั่ง ไม่น้อยกว่า 213 x 356 x 338 มม. (กว้างxยาวxสูง)
 - 4.14.14 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากโรงงานที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001
 - 4.14.16 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตโดยตรง หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย
- 4.15 ตู้อบมรอน จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 4.15.1 เป็นตู้อบความร้อนที่มีโครงสร้างทำด้วยโลหะไร้สนิม ทั้งภายในและภายนอก โดยมีแผ่นด้านหลังเครื่องทำด้วยโลหะเคลือบกันสนิม
 - 4.15.2 มีขนาดความจุภายในประมาณ 53 ลิตร โดยมีขนาดภายในไม่น้อยกว่า 400x400x330 มม. (กว้างxยาวxสูง) และมีขนาดภายนอกไม่มากกว่า 585x784x514 มม. (กว้างxยาวxสูง)
 - 4.15.3 ประตูตู้ทำด้วยโลหะไร้สนิม โดยมีด้ามจับยาวตลอดแนวประตูสำหรับเปิด - ปิดและล็อกได้อย่างสะดวก
 - 4.15.4 มีชั้นวางของภายในตู้ทำด้วยโลหะไร้สนิม จำนวน 1 ชั้น โดยสามารถปรับระดับได้ 4 ระดับ
 - 4.15.5 ควบคุมการทำงานด้วยระบบ multifunctional digital PID-microprocessor มีหน้าจอแสดงผลแบบ TFT-colour display ให้ความคมชัดสูง แบบหน้าจอสี่เหลี่ยม
 - 4.15.6 สามารถปรับตั้งค่าใช้งานผ่าน Control COCKPIT ของค่าใช้งานต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ, ระดับพัดลม, ระดับช่องระบายอากาศ, โปรแกรมเวลา และค่าอื่น ๆ
 - 4.15.7 มีระบบปรับการถ่ายเทอากาศระหว่างภายในและภายนอกตู้แบบปรับระดับได้ (Air flap)
 - 4.15.8 ตั้งเวลาทำงานเป็นตัวเลขดิจิตอล สามารถตั้งเวลาได้ตั้งแต่ 1 นาที ถึง 99 วัน
 - 4.15.9 มีระบบควบคุมและป้องกันอุณหภูมิสูงเกินแบบตั้งปรับได้ แสดงค่าเป็นตัวเลข
 - 4.15.10 เป็นเครื่องมือที่ผลิตจากบริษัทที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO9001
 - 4.15.12 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตโดยตรง หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย

- 4.16 เครื่องกวนสารแบบใบพัด จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 4.16.1 เป็นเครื่องกวนผสมสารแบบใช้ใบพัดกวนผสมสารต่างๆให้เข้ากัน (Over Head Stirrer)
 - 4.16.2 มีหน้าจอ LCD แสดงผลการทำงาน เช่น ค่าความเร็วในการกวน และเวลาที่ใช้กวน
 - 4.16.3 ใช้มอเตอร์ DC ชนิดไร้แปรงถ่านเป็นตัวหมุนใบพัด มีเสียงรบกวนน้อย
 - 4.16.4 สามารถปรับความเร็วรอบในการกวนผสม ตั้งแต่ 50 ถึง 2,000 รอบต่อนาที (rpm)
 - 4.16.5 สามารถสร้างแรงบิดในการกวนได้สูงสุดถึง (Maximum Torque) 60 N.cm จึงสามารถใช้กวนสารที่มีความหนืดสูงสุด (Max viscosity) ได้ถึง 50,000 mPas
 - 4.16.6 สามารถตั้งเวลาในการกวนได้ตั้งแต่ 1 ถึง 99 ชั่วโมง 59 นาที
 - 4.16.7 สามารถปรับเปลี่ยนทิศทางการหมุนใบพัดได้
 - 4.16.8 รองรับการใช้งานกวนผสมสารในน้ำได้ปริมาณสูงสุดไม่น้อยกว่า 40 ลิตร
 - 4.16.9 ชุดอุปกรณ์เครื่องกวนสารประกอบด้วย
 - 4.16.9.1 ฐานโลหะสำหรับวางภาชนะ (Metal Base Plate)
 - 4.16.9.2 ตัวเครื่องกวน (Main Machine)
 - 4.16.9.3 ชุดเสาประกอบสำหรับเป็นแท่นตั้งตัวเครื่อง (Pole)
 - 4.16.9.4 แคลมป์ยึดตัวเครื่องเข้ากับเสา (Cross Clamp)
 - 4.16.9.5 แคลมป์จับปีกเกอร์ (Beaker Clamp)
 - 4.16.9.6 ใบพัดกวนสารละลาย (Stirring Paddle)
 - 4.16.9.7 อะแดปเตอร์แปลงไฟ (Power Adapter)
 - 4.16.10 รองรับการใช้งานกับระบบไฟฟ้า AC220V โดยใช้กำลังไฟฟ้าในการกวนสารไม่น้อยกว่า 150 วัตต์
 - 4.16.11 ผลิตจากโรงงานผู้ผลิตที่ได้รับมาตรฐาน ISO 9001
 - 4.16.13 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตโดยตรง หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย
- 4.17 เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมซอฟต์แวร์วิเคราะห์ สำหรับการเก็บข้อมูล วิเคราะห์และแสดงผล (Data acquisition and evaluation system) จำนวน 1 เครื่อง
- 4.17.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ที่มีแกนหลักรวมกันไม่น้อยกว่า 8 แกนหลัก (8 core) และแกนเสมือนรวมกันไม่น้อยกว่า 8 แกนเสมือน (8 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณ

- นาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า 4.6 GHz จำนวน 1 หน่วย
- 4.17.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 16 MB
- 4.17.3 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้
- 1) เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำ ขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
 - 2) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
 - 3) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพ ขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
- 4.17.4 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR5 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 16 GB
- 4.17.5 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 GB จำนวน 1 หน่วย
- 4.17.6 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่าจำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.17.7 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- 4.17.8 มีแป้นพิมพ์และเมาส์
- 4.17.9 มีจอแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 23 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย
- 4.18 เครื่องพิมพ์แบบฉีดหมึกพร้อมติดตั้งถังหมึกพิมพ์ (Ink Tank Printer) จำนวน 1 เครื่อง
- 4.18.1 เป็นเครื่องพิมพ์แบบฉีดหมึกพร้อมติดตั้งถังหมึกพิมพ์ (Ink Tank Printer) จากโรงงานผู้ผลิต
- 4.18.2 มีความละเอียดในการพิมพ์ไม่น้อยกว่า 1,200x1,200 dpi
- 4.18.3 มีความเร็วในการพิมพ์ร่างขาวดำสำหรับกระดาษขนาด A4 ไม่น้อยกว่า 19 หน้าต่อนาที (ppm) หรือ 8.8 ภาพต่อนาที
- 4.18.4 มีความเร็วในการพิมพ์ร่างสีสำหรับกระดาษขนาด A4 ไม่น้อยกว่า 15 หน้าต่อนาที (ppm) หรือ 5 ภาพต่อนาที (ipm)
- 4.18.5 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.18.6 มีถาดใส่กระดาษได้รวมกันไม่น้อยกว่า 50 แผ่น
- 4.18.7 สามารถใช้ได้กับ A4, Letter, Legal และสามารถกำหนดขนาดของกระดาษเองได้

4.19 โต๊ะพร้อมเก้าอี้สำหรับรองรับชุดคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

4.19.1 โต๊ะสำหรับวางชุดคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ตัว โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.19.1.1 ทำจากเหล็กชุบเคลือบกันสนิมแบบมีล้อ (Computer Cabinet)

4.19.1.2 ขนาดไม่น้อยกว่า กว้าง 89 x ลึก 60.5 x สูง 83 ซม.

4.19.2 เก้าอี้ไม่มีพนักพิง จำนวน 1 ตัว โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.19.2.1 ที่นั่งหุ้มด้วยวัสดุหนังเทียมหรือผ้า

4.19.2.2 มีขาทำจากวัสดุโลหะ

4.19.2.3 สามารถปรับระดับความสูง-ต่ำได้

5. ข้อกำหนดอื่นๆ

5.1 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตโดยตรง หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยยื่นเสนอเอกสารดังกล่าวมาพร้อมกับการยื่นข้อเสนอที่ยื่นผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์

5.2 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องติดตั้งชุดเครื่องทดสอบและอุปกรณ์ พร้อมติดตั้งระบบไฟฟ้า, ระบบลม และระบบน้ำ ให้เป็นไปตามมาตรฐานโดยสามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพอย่างเหมาะสม

5.3 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องติดตั้งชุดเครื่องทดสอบ ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 39 หมู่ที่ 1 ตำบลคลองหก อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120 และฝึกอบรมให้แก่ผู้ใช้งานระยะเวลาอย่างน้อย 3 วัน จนสามารถใช้งานได้ โดยผู้ยื่นข้อเสนอต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมด

5.4 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องรับประกันการใช้งาน และอะไหล่ที่ชำรุดอย่างน้อย 1 ปี นับถัดจากวันที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุมีมติตรวจรับครุภัณฑ์

6. ผู้เสนอราคาต้องจัดทำตารางแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติเฉพาะของครุภัณฑ์ระหว่างคุณสมบัติเฉพาะที่มหาวิทยาลัยฯ กำหนดกับคุณสมบัติเฉพาะของสินค้าที่เสนอราคาโดยแสดงว่าคุณสมบัติดังกล่าวตรงตามข้อกำหนดหรือดีกว่า ทั้งนี้ผู้เสนอราคาจะต้องทำเครื่องหมายหรือระบุส่วนข้อกำหนดแสดงลงในแคตตาล็อกหรือเอกสารอ้างอิงให้ชัดเจน และยื่นเอกสารดังกล่าวมาในวันเสนอราคาด้วย

7. กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ _____ 150 _____ วัน

8. ระยะเวลารับประกัน _____ 1 _____ ปี

9. สถานที่ส่งมอบครุภัณฑ์ ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
ธัญบุรี

ลงชื่อ _____ ผู้กำหนดรายละเอียด

(ผศ. ดร. วิเชียร ไชยลาด)

ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ลงชื่อ _____ ผู้กำหนดรายละเอียด

(ผศ. วรณศิริ จักรบุตร)

ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ลงชื่อ _____ ผู้กำหนดรายละเอียด

(ผศ. ดร. อำนวย ลาภเกษมสุข)

ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ลงชื่อ _____

(รศ.ดร.ศิริชัย ต่อสกุล)

คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์