

รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. ชื่อครุภัณฑ์ ชุดครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการ AI เพื่อการผลิตและพัฒนาคอมโพสิตที่ยั่งยืนสำหรับอุตสาหกรรม EV
2. จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด
3. รายละเอียดทั่วไป
 - 3.1 ชุดระบบทดสอบและประมวลผลความสามารถในการถ่ายโอนความร้อนและความเป็นฉนวนสำหรับ EV จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย
 - 3.1.1 เครื่องมือสำหรับการวัดค่าการนำความร้อนของวัสดุ จำนวน 1 เครื่อง
 - 3.1.2 เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมซอฟต์แวร์วิเคราะห์ สำหรับการควบคุม เก็บข้อมูล วิเคราะห์และแสดงผล (control, data acquisition and evaluation system) จำนวน 1 เครื่อง
 - 3.1.3 เครื่องทดสอบสมบัติการถ่ายเทความร้อนแบบพกพา พร้อมระบบประมวลผล จำนวน 1 เครื่อง
 - 3.1.4 เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กพร้อมซอฟต์แวร์วิเคราะห์ สำหรับการควบคุม เก็บข้อมูล วิเคราะห์และแสดงผล (control, data acquisition and evaluation system) จำนวน 1 เครื่อง
 - 3.2 ชุด SmartFume สำหรับจัดการและควบคุมมลพิษในการผลิต จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย
 - 3.2.1 ตู้ดูดควัน จำนวน 1 ตู้
 - 3.2.2 เครื่องกักอัดขึ้นรูปตัวอย่าง จำนวน 1 เครื่อง
 - 3.2.3 เครื่องทดสอบมุมสัมผัสของเหลวบนตัวอย่าง จำนวน 1 เครื่อง
 - 3.3 ชุด AI ประสิทธิภาพสูง สำหรับการพัฒนาคอมโพสิตสมัยใหม่ จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย
 - 3.3.1 คอมพิวเตอร์เพื่อการประมวลผลแบบตั้งโต๊ะ จำนวน 1 เครื่อง
 - 3.3.2 คอมพิวเตอร์เพื่อการสร้างแบบจำลอง จำนวน 1 เครื่อง
 - 3.4 ชุดระบบประเมินความยั่งยืนตามมาตรฐานสากล จำนวน 1 โปรแกรม
 - 3.5 โต๊ะพร้อมเก้าอี้ห้องปฏิบัติการสำหรับรองรับอุปกรณ์เครื่องมือวัดและประมวลผลข้อมูล จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย
 - 3.5.1 โต๊ะปฏิบัติการสำหรับวางชุดเครื่องมือและการวิเคราะห์ จำนวน 1 ตัว
 - 3.5.2 โต๊ะสำหรับวางอุปกรณ์เครื่องมือวัด มีโครงสร้างที่แข็งแรงสามารถรองรับน้ำหนักของเครื่องได้ จำนวน 2 ตัว
 - 3.5.3 โต๊ะปฏิบัติการสำหรับวางชุดเครื่องมือและการวิเคราะห์ จำนวน 1 ตัว
 - 3.5.4 โต๊ะสำหรับวางชุดคอมพิวเตอร์ จำนวน 2 ตัว
 - 3.5.5 เก้าอี้สำนักงานล้อเลื่อนมีพนักพิงโครงไนลอนบุผ้าตาข่าย จำนวน 3 ตัว
 - 3.5.6 เก้าอี้ไม่มีพนักพิง จำนวน 1 ตัว
4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ
 - 4.1 ชุดระบบทดสอบและประมวลผลความสามารถในการถ่ายโอนความร้อนและความเป็นฉนวนสำหรับ EV จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย
 - 4.1.1 เครื่องมือสำหรับการวัดค่าการนำความร้อนของวัสดุ จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - 4.1.1.1 เป็นเครื่องมือที่สามารถทำงานโดยวิธี steady-state method (Heat Flow Meter method) อ้างอิงหลักการทดสอบตามมาตรฐานสากล ASTM C518 ดังนี้

- 4.1.1.1.1 มีระบบทำอุณหภูมิประกอบด้วยสมบัติ ดังนี้
- 1) สามารถรองรับการทดสอบในช่วงอุณหภูมิ (temperature range) ไม่น้อยกว่า 0 ถึง 90 องศาเซลเซียส
 - 2) มีระบบควบคุมอุณหภูมิของเพลท (plate temperature control) เป็นชนิดเพลทเทียร์
 - 3) มีการใช้อุปกรณ์เซนเซอร์ในการวัดอุณหภูมิ เป็นชนิด Resistance Temperature Detector (RTD) จำนวนไม่น้อยกว่า 3 จุดบนแต่ละเพลท
 - 4) มีระบบทำความเย็น (cooling system) เป็นแบบชนิด ระบบเครื่องหล่อเลี้ยงน้ำทำความเย็นแบบวงจรถัด (closed-loop water cooling unit)
- 4.1.1.1.2 มีระบบควบคุมแก๊สประกอบบนตัวเครื่อง เพื่อป้องกันการเกิดน้ำค้างกรณีการทดสอบในช่วงอุณหภูมิต่ำ (integrated dew point protection system)
- 4.1.1.1.3 สามารถรองรับตัวอย่างได้ดังนี้
- 1) สามารถรองรับการใช้งานกับตัวอย่าง ขนาดไม่น้อยกว่า 200 x 200 มิลลิเมตร และความหนาสูงสุด (max. thickness) ไม่น้อยกว่า 90 มิลลิเมตร
 - 2) มีการใช้อุปกรณ์เซนเซอร์ในการวัดระยะความหนาของตัวอย่าง เป็นชนิด linear potentiometer ประกอบภายในเครื่อง ที่มีความละเอียด (accuracy) ในการวัดระยะไม่น้อยกว่า ± 0.1 มิลลิเมตร
 - 3) สามารถทำการตั้งค่ากำหนดความหนาของตัวอย่างที่ต้องการ สำหรับกรณีตัวอย่างที่สามารถกดได้ (compressible material) เช่น วัสดุโฟม โดยเครื่องมีแรงกดสูงสุด (max. contact pressure) ไม่น้อยกว่า 1.3 กิโลปาสกาล
- 4.1.1.1.4 มีความสามารถในการวัด (measuring range) ดังนี้
- 1) มีอุปกรณ์เซนเซอร์ในการวัดการไหลของความร้อน เป็นชนิด heat flux sensor ที่มีขนาดพื้นที่การวัดไม่น้อยกว่า 100 x 100 มิลลิเมตร
 - 2) สามารถวัดค่าการนำความร้อน (thermal conductivity) ได้ในช่วงไม่น้อยกว่า 0.001 ถึง 0.5 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน (W/mK)
 - 3) สามารถวัดค่าความต้านทานความร้อน (thermal resistivity) ได้ในช่วงไม่น้อยกว่า 0.2 ถึง 8.0 ตารางเมตรเคลวินต่อวัตต์ (m²K/W)
- 4.1.1.1.5 มีชุดอุปกรณ์เสริมสำหรับการขยายช่วงการวัดค่าการนำความร้อน (measurement range extension kit) สามารถขยายช่วงการวัดได้สูงสุดถึงไม่น้อยกว่า 2.2 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน (W/mK)
- 4.1.1.1.6 มีชุดอุปกรณ์ประกอบการทดลอง (accessories) Heat Flow Meter method จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 1) ชุดแก๊สไนโตรเจน (nitrogen gas) พร้อมฐานสำหรับวางถังแก๊ส โดยมีปริมาตรไม่น้อยกว่า 7 คิวบิกเมตร จำนวน 1 ชุด

- 2) ชิ้นงานอ้างอิงมาตรฐานสำหรับการตรวจเช็คการทำงานของเครื่อง (standard reference sample) ชนิดแผ่นใยแก้ว (fibrous glass board) ขนาด 20 x 20 เซนติเมตร พร้อมเอกสารแสดงค่าการนำความร้อน จำนวน 1 ชิ้น
- 4.1.1.2 คู่มือการใช้งาน (user manual) ภาษาอังกฤษ และภาษาไทย จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด
 - 4.1.2 เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมซอฟต์แวร์วิเคราะห์ สำหรับการควบคุม เก็บข้อมูล วิเคราะห์และแสดงผล (control, data acquisition and evaluation system) จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - 4.1.2.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 16 MB ที่มีแกนหลักรวมกันไม่น้อยกว่า 8 แกนหลัก (8 core) และ แกนเสมือนรวมกันไม่น้อยกว่า 8 แกนเสมือน (8 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max Boost) โดยมี ความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า 4.6 GHz จำนวน 1 หน่วย
 - 4.1.2.2 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้
 - 1) เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำ ขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
 - 2) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพ ขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
 - 3) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพ ขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
 - 4.1.2.3 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR5 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 16 GB
 - 4.1.2.4 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 GB จำนวน 1 หน่วย
 - 4.1.2.5 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 4.1.2.6 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
 - 4.1.2.7 มีแป้นพิมพ์และเมาส์
 - 4.1.2.8 มีจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 23 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย
 - 4.1.2.9 มีระบบปฏิบัติการ (operating system) ประเภท Windows 10 home หรือดีกว่า
 - 4.1.2.10 มีซอฟต์แวร์ Microsoft Office 365 หรือดีกว่า
 - 4.1.2.11 มีซอฟต์แวร์วิเคราะห์เชิงความร้อน (thermal analysis software) สำหรับควบคุมการวัด จัดเก็บข้อมูล และประมวลวิเคราะห์ผล จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติขั้นต่ำดังต่อไปนี้
 - 1) สามารถตั้งค่ากำหนดความหนาของตัวอย่างได้ (sample thickness setting)
 - 2) สามารถตั้งค่ากำหนดอุณหภูมิของแผ่นบนและแผ่นล่างได้ (plate temperature setting)

- 3) สามารถตั้งการวัดได้มากกว่า 1 จุด และตั้งการวัดแบบอัตโนมัติได้ (automatic measurement)
 - 4) สามารถแสดงค่าผลการวัดในรูปแบบกราฟในขณะที่ทำการวัดได้ (real-time measurement graphical display)
- 4.1.3 เครื่องทดสอบสมบัติการถ่ายเทความร้อนแบบพกพา ระบบประมวลผล จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 4.1.3.1 เครื่องมือวัดขนาดเล็กสำหรับการวิเคราะห์สมบัติการถ่ายเทความร้อนของวัสดุ โดยวิธี transient method (Transient Hot Bridge method) ที่สามารถวัดได้เร็วและเตรียมตัวอย่างง่าย
 - 4.1.3.2 มีการใช้ทดสอบในสภาวะอุณหภูมิห้อง (ambient temperature) และสามารถเสริมอุปกรณ์ทำอุณหภูมิ เช่น เตาเผา หรือ ตู้ควบคุมอุณหภูมิ กรณีต้องการทดสอบภายใต้สภาวะอุณหภูมิที่ควบคุม
 - 4.1.3.3 สามารถใช้งานกับตัวอย่างที่อยู่ในสถานะต่างๆ รวมถึง ของแข็ง (solid) ของเหลว (liquid) หรือ ผง (powder) ได้ โดยขึ้นกับชนิดของเซนเซอร์วัดและอุปกรณ์เสริมที่เลือกใช้
 - 4.1.3.4 มีความสามารถในการวัด (measuring range) ดังต่อไปนี้
 - 4.1.3.4.1 สามารถรองรับช่วงการวัด ค่าการนำความร้อน (thermal conductivity) ได้ในช่วงไม่น้อยกว่า 0.01 ถึง 5 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน (W/mK)
 - 4.1.3.4.2 สามารถทำการคำนวณ ค่าการแพร่ความร้อน (thermal diffusivity) ผ่านซอฟต์แวร์ ได้ในช่วงไม่น้อยกว่า 0.05 ถึง 50 ตารางมิลลิเมตรต่อวินาที (mm^2/s)
 - 4.1.3.4.3 สามารถทำการคำนวณ ค่าความจุความร้อนจำเพาะ (specific heat capacity) ผ่านซอฟต์แวร์ ได้ในช่วงไม่น้อยกว่า 100 ถึง 5000 กิโลจูลต่อลูกบาศก์เมตรเคลวิน ($\text{kJ}/\text{m}^3\text{K}$) โดยการใส่ค่าความหนาแน่น (density) ของตัวอย่าง
 - 4.1.3.5 มีอุปกรณ์ประกอบการทดลอง (accessories) Transient Hot Bridge sensor จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - 4.1.3.5.1 อุปกรณ์เซนเซอร์ ชนิดทรานเซียนท์ฮอตบริดจ์ (THB: Transient Hot Bridge sensor) ขนาดใหญ่ (type A) เคลือบด้วยวัสดุแคปตัน (kapton) จำนวน 1 ชิ้น พร้อมสมบัติดังนี้
 - 1) มีช่วงการวัด (measuring range) ในช่วง 0.01 ถึง 5 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน (W/mK)
 - 2) สามารถรองรับการใช้งานภายใต้อุณหภูมิในช่วง -150 ถึง 200 องศาเซลเซียส
 - 3) สามารถใช้งานได้กับตัวอย่างประเภทของแข็ง
 - 4.1.3.5.2 อุปกรณ์เซนเซอร์ ชนิดทรานเซียนท์ฮอตบริดจ์ (THB: Transient Hot Bridge sensor) ขนาดเล็ก (type B) เคลือบด้วยวัสดุแคปตัน (kapton) จำนวน 1 ชิ้น พร้อมสมบัติดังนี้

- 1) ช่วงการวัด (measuring range) ในช่วง 0.01 ถึง 2 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน (W/mK)
 - 2) สามารถรองรับการใช้งานภายใต้อุณหภูมิในช่วง -150 ถึง 200 องศาเซลเซียส
 - 3) สามารถใช้งานได้กับตัวอย่างประเภทของแข็ง
- 4.1.3.5.3 อุปกรณ์เซนเซอร์ ชนิดทรานเซียนท์ฮอตบริดจ์ (THB: Transient Hot Bridge sensor) ขนาดเล็ก (type B) เคลือบด้วยวัสดุแคปตันพร้อมกรอบโลหะ (kapton with metal frame) จำนวน 1 ชิ้น พร้อมสมบัติดังนี้
- 1) มีช่วงการวัด (measuring range) ในช่วง 0.01 ถึง 2 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน (W/mK)
 - 2) สามารถรองรับการใช้งานภายใต้อุณหภูมิในช่วง -150 ถึง 200 องศาเซลเซียส
 - 3) สามารถใช้งานได้กับตัวอย่างประเภทผงและของเหลว
- 4.1.3.5.4 อุปกรณ์สำหรับวัดตัวอย่างผง (sample holder for powder sample) จำนวน 1 ชุด
- 4.1.3.5.5 อุปกรณ์ สำหรับวัดตัวอย่างของเหลว (liquid container with sensor holder) จำนวน 1 ชุด
- 4.1.3.5.6 ชิ้นงานอ้างอิงมาตรฐาน (standard reference sample) สำหรับการตรวจเช็คการทำงานของเครื่อง ชนิดโพลี (เมทิลเมทาคริเลต) (PMMA) พร้อมเอกสารแสดงค่าการนำความร้อน จำนวน 1 ชุด
- 4.1.3.6 คู่มือการใช้งาน (user manual) ภาษาอังกฤษ และภาษาไทย จำนวน 2 ชุด
- 4.1.4 เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กพร้อมซอฟต์แวร์วิเคราะห์ สำหรับการควบคุม เก็บข้อมูล วิเคราะห์ และแสดงผล (control, data acquisition and evaluation system) จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้
- 4.1.4.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 12 MB ที่มีแกนหลักรวมกันไม่น้อยกว่า 8 แกนหลัก (8 core) และ แกนเสมือนรวมกันไม่น้อยกว่า 8 แกนเสมือน (8 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max Boost) โดยมี ความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า 4.0 GHz จำนวน 1 หน่วย
- 4.1.4.2 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR5 หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 16 GB
- 4.1.4.3 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 GB จำนวน 1 หน่วย
- 4.1.4.4 มีจอภาพที่รองรับความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,920 x 1,080 pixel และมีขนาดไม่น้อยกว่า 14 นิ้ว
- 4.1.4.5 มีกล้องความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,280 x 720 pixel หรือ 720p
- 4.1.4.6 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- 4.1.4.7 มีช่องเชื่อมต่อแบบ HDMI หรือ VGA จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

- 4.1.4.8 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า แบบติดตั้งภายใน (Internal) หรือภายนอก (External) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.1.4.9 สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า Wi-Fi (IEEE 802.11 ax) และ Bluetooth
- 4.1.4.10 มีระบบปฏิบัติการ (operating system) ประเภท Windows 10 home หรือดีกว่า
- 4.1.4.11 มีซอฟต์แวร์ Microsoft Office 365 หรือดีกว่า
- 4.1.4.12 มีซอฟต์แวร์วิเคราะห์เชิงความร้อน (thermal analysis software) สำหรับควบคุมการวัด จัดเก็บข้อมูล และประมวลผลวิเคราะห์ผล จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติขั้นต่ำดังต่อไปนี้
 - 1) สามารถจับและแสดงชนิดของเซนเซอร์ที่เชื่อมต่อกับเครื่องอยู่ได้
 - 2) สามารถทำการคำนวณหาค่าต่างๆ ที่ควรใช้ในการวัดได้โดยอัตโนมัติ รวมถึง ค่ากระแสไฟฟ้าในการทำความร้อน (heating current) และระยะเวลาที่ควรใช้ในการวัด (measurement time)
 - 3) สามารถทำการวิเคราะห์คำนวณค่าความจุความร้อนจำเพาะ (specific heat capacity) ได้ โดยการป้อนใส่ค่าความหนาแน่น (density) ของวัสดุลงไป ในซอฟต์แวร์
 - 4) สามารถส่งออกข้อมูลการวัด (data export) เพื่อนำไปประมวลผลต่อในโปรแกรม Microsoft Excel

4.2 ชุด SmartFume สำหรับจัดการและควบคุมมลพิษในการผลิต จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

- 4.2.1 ตู้ดูดควัน จำนวน 1 ตู้ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้
 - 4.2.1.1 เป็นตู้สำหรับใช้ในการทำงานกับสารเคมีที่เป็นพิษ
 - 4.2.1.2 มีขนาดความกว้างตู้ ไม่น้อยกว่า 1200 มิลลิเมตร
 - 4.2.1.3 มีวัสดุโต๊ะพื้นที่ทำงาน (work top) เป็นวัสดุพลาสติกประกอบเส้นใยเสริมแรง (FRP: Fibre Reinforced Plastic) ที่ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี
 - 4.2.1.4 มีประตูบานเลื่อน (slide door) ทำจากวัสดุกระจกนิรภัย (safety tempered glass) ความหนาไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร
 - 4.2.1.5 มีระบบดูดควัน เป็นพัดลมเป่า (blower fan) ขนาดกำลังไม่น้อยกว่า 1 แรงม้า
- 4.2.2 เครื่องกดอัดขึ้นรูปตัวอย่าง จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้
 - 4.2.2.1 เป็นอุปกรณ์สำหรับใช้ในการกดอัดขึ้นรูปชิ้นงานตัวอย่าง
 - 4.2.2.2 เป็นระบบกดอัด โดยใช้แรงดันกำลังของไหลแบบบังคับด้วยมือ (hydraulic manual) สามารถทำแรงดันไม่น้อยกว่า 15 ตัน
 - 4.2.2.3 มีขนาดแผ่นกด ไม่น้อยกว่า 200 มิลลิเมตร x 200 มิลลิเมตร
 - 4.2.2.4 สามารถทำอุณหภูมิแผ่นกดอัด ได้สูงสุดถึงไม่น้อยกว่า 300 องศาเซลเซียส
- 4.2.3 เครื่องทดสอบมุมสัมผัสของเหลวบนตัวอย่าง จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้
 - 4.2.3.1 เป็นเครื่องมือสำหรับใช้ในการวัดมุมสัมผัส (contact angle) ระหว่างของเหลวและพื้นผิวของแข็ง เพื่อใช้ในการทดสอบสมรรถภาพสมบัติเชิงผิว (surface performance) ของวัสดุ โดยอาศัยการใช้เทคโนโลยีกล้องวิเคราะห์ภาพ (optical imaging) สามารถทำการทดสอบเป็นไปตามกำหนดของมาตรฐานการทดสอบสากล ASTM D5946, ASTM D724-99 และ ISO 15989

- 4.2.3.2 มีแท่นรองตัวอย่าง (sample table) ขนาดไม่น้อยกว่า 120 x 150 มิลลิเมตร สามารถปรับตำแหน่งแท่นรองตัวอย่างได้ดังนี้
 - 1) ในแกน X ไม่น้อยกว่า 30 มิลลิเมตร
 - 2) ในแกน Y ไม่น้อยกว่า 60 มิลลิเมตร
 - 3) ในแกน Z ไม่น้อยกว่า 60 มิลลิเมตร
- 4.2.3.3 มีแหล่งกำเนิดแสง (light source) เป็นแบบชนิด LED
- 4.2.3.4 มีระบบปล่อยหยดน้ำ (injection unit) ขนาดความจุหลอด (capacity) ไม่น้อยกว่า 1000 ไมโครลิตร เป็นแบบบังคับด้วยมือ (manual control) หรือดีกว่า
- 4.2.3.5 มีระบบกล้อง (camera system) สำหรับการเก็บภาพตัวอย่าง ประกอบด้วยเลนส์ (lens) สามารถปรับกำลังขยาย (magnification) ได้ในช่วงไม่น้อยกว่า 0.7 ถึง 4.5 เท่า สามารถวัดมุมสัมผัส (measuring range) ได้ในช่วงไม่น้อยกว่า 0 ถึง 180 องศา ด้วยความแม่นยำ (accuracy) ไม่น้อยกว่า 0.01 องศา
- 4.2.3.6 คู่มือการใช้งาน (user manual) ภาษาอังกฤษและภาษาไทย จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด

4.3 ชุด AI ประสิทธิภาพสูง สำหรับการพัฒนาคอมพิวเตอร์สมัยใหม่ จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

- 4.3.1 คอมพิวเตอร์เพื่อการประมวลผลแบบตั้งโต๊ะ จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - 4.3.1.1 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ที่มีแกนหลักรวมกันไม่น้อยกว่า 20 แกนหลัก (20core) และแกนเสมือนรวมกันไม่น้อยกว่า 20 แกนเสมือน (20 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า 5.6 GHz จำนวน 1 หน่วย
 - 4.3.1.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 32 MB
 - 4.3.1.3 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพโดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้
 - 1) เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 16 GB หรือ
 - 2) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลางแบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
 - 3) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
 - 4.3.1.4 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR5 หรือดีกว่ามีขนาดไม่น้อยกว่า 64 GB
 - 4.3.1.5 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1000 GB จำนวน 1 หน่วย
 - 4.3.1.6 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่าจำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 4.3.1.7 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่าไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
 - 4.3.1.8 มีแป้นพิมพ์และเมาส์ จำนวน 1 หน่วย
 - 4.3.1.9 มีจอแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 24 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย
 - 4.3.1.10 มีระบบปฏิบัติการ (operating system) ประเภท Windows 11 home หรือดีกว่า
 - 4.3.1.11 มีซอฟต์แวร์ Microsoft Office Home 2024 หรือดีกว่า

- 4.3.1.12 มีแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ (AI: Artificial Intelligence) โดยมี subscription การใช้งานแบบpro ขั้นต่ำ 1 ปี
- 4.3.2 คอมพิวเตอร์เพื่อการสร้างแบบจำลอง จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - 4.3.2.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ที่มีแกนหลักรวมกันไม่น้อยกว่า 8 แกนหลัก (8 core) และ แกนเสมือนรวมกันไม่น้อยกว่า 8 แกนเสมือน (8 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุดไม่น้อยกว่า 5.0 GHz จำนวน 1 หน่วย
 - 4.3.2.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกัน ขนาดไม่น้อยกว่า 24 MB
 - 4.3.2.3 มีหน่วยประมวลผลสำหรับงานในด้านปัญญาประดิษฐ์ AI โดยเฉพาะหรือ Neural Processing Unit (NPU) โดยมีความเร็วไม่น้อยกว่า 50 TOPS เพื่อรองรับการทำงาน AI
 - 4.3.2.4 มีหน่วยประมวลผลสำหรับงานด้านกราฟิกโดยเฉพาะหรือ Graphic Processing Unit (GPU) เพื่อรองรับการทำงานเสริมร่วมกับ AI
 - 4.3.2.5 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR5 หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 32 GB
 - 4.3.2.6 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1000 GB จำนวน 1 หน่วย
 - 4.3.2.7 มีจอภาพที่รองรับความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,920 x 1,080 pixel และมีขนาดไม่น้อยกว่า 14 นิ้ว
 - 4.3.2.8 มีกล้องความละเอียดไม่น้อยกว่า 1920 x 1080 pixel หรือ 720p
 - 4.3.2.9 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
 - 4.3.2.10 มีช่องเชื่อมต่อแบบ HDMI จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 4.3.2.11 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า แบบติดตั้งภายใน (Internal) หรือภายนอก (External) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 4.3.2.12 สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า Wi-Fi (IEEE 802.11 ax) และ Bluetooth
 - 4.3.2.13 มีระบบปฏิบัติการ (operating system) ประเภท Windows 11 home หรือดีกว่า
 - 4.3.2.14 มีซอฟต์แวร์ Microsoft Office Home 2024 หรือดีกว่า
 - 4.3.2.15 มีแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ (AI: Artificial Intelligence) โดยมี subscription การใช้งานแบบpro ขั้นต่ำ 1 ปี
- 4.4 ชุดระบบประเมินความยั่งยืนตามมาตรฐานสากล จำนวน 1 โปรแกรม โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้
 - 4.4.1 สามารถประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์แยกตามขั้นตอนการผลิตได้ (product life cycle modeling)
 - 4.4.2 สามารถแสดงการวิเคราะห์แบบรูปภาพและตารางได้ (interactive results analysis on graphs and tables)
 - 4.4.3 สามารถแสดงการวิเคราะห์แบบแผนภูมิต้นไม้ได้ (interactive tree view)
 - 4.4.4 สามารถทำการจำลองสถานการณ์และตั้งค่าตัวแปรต่างๆได้ (scenario analysis)
 - 4.4.5 สามารถวิเคราะห์แบบจำลองมอนติคาร์โลได้ (Monte Carlo analysis)

- 4.4.6 สามารถคัดลอกกราฟไปวางในโปรแกรม Microsoft Excel ได้ (copy chart to Excel)
- 4.4.7 โปรแกรมสามารถใช้ได้ไม่น้อยกว่า 2 ปี

4.5 โต๊ะพร้อมเก้าอี้ห้องปฏิบัติการสำหรับรองรับอุปกรณ์เครื่องมือวัดและระบบประมวลผลข้อมูล 1 ชุด ประกอบด้วย

4.5.1 โต๊ะปฏิบัติการสำหรับวางชุดเครื่องมือและการวิเคราะห์ จำนวน 1 ตัว มีรายละเอียดดังนี้

- 1) โต๊ะสำหรับวางอุปกรณ์เครื่องมือวัด มีโครงสร้างที่แข็งแรงสามารถรองรับน้ำหนักของเครื่องได้
- 2) ขนาดไม่น้อยกว่า กว้าง 60 ลึก 60 สูง 75 เซนติเมตร
- 3) แผ่นหน้าโต๊ะทำจากหินแกรนิต หรือดีกว่า
- 4) มีโครงขาพร้อมคาน ออกแบบให้มีความแข็งแรง สามารถรองรับน้ำหนักของเครื่องมือได้

4.5.2 โต๊ะสำหรับวางอุปกรณ์เครื่องมือวัด มีโครงสร้างที่แข็งแรงสามารถรองรับน้ำหนักของเครื่องได้ จำนวน 2 ตัว แต่ละตัวมีรายละเอียดดังนี้

- 1) ขนาดไม่น้อยกว่า กว้าง 80 ลึก 80 สูง 75 เซนติเมตร
- 2) แผ่นหน้าโต๊ะทำจากวัสดุไม้อัด ปิดผิวด้วยวัสดุเมลามีน หรือดีกว่า
- 3) มีโครงขาพร้อมคาน ทำจากวัสดุโลหะ ออกแบบให้มีความแข็งแรง สามารถรองรับน้ำหนักของเครื่องมือได้

4.5.3 โต๊ะปฏิบัติการสำหรับวางชุดเครื่องมือและการวิเคราะห์ จำนวน 1 ตัว มีรายละเอียดดังนี้

- 1) ขนาดไม่น้อยกว่า กว้าง 120 ลึก 60 สูง 75 เซนติเมตร
- 2) แผ่นหน้าโต๊ะทำจากวัสดุไม้อัด ปิดผิวด้วยวัสดุเมลามีน หรือดีกว่า
- 3) มีโครงขาพร้อมคาน ทำจากวัสดุโลหะ ออกแบบให้มีความแข็งแรง พ่นสี

4.5.4 โต๊ะสำหรับวางชุดคอมพิวเตอร์ จำนวน 2 ตัว

- 1) โต๊ะขนาดไม่น้อยกว่า กว้าง 120 ลึก 60 สูง 75 เซนติเมตร
- 2) แผ่นหน้าโต๊ะทำจากวัสดุไม้อัด หนาไม่น้อยกว่า 2 เซนติเมตร ปิดผิวด้วยวัสดุเมลามีน หรือดีกว่า (Top ยกลอย)
- 3) ลีนชักขนาด กว้าง 30 ลึก 60 สูง 13 เซนติเมตร
- 4) มีช่องวางเคส ขนาด กว้าง 30 ลึก 60 สูง 50 เซนติเมตร (มีช่องสำหรับสายไฟ)
- 5) มีโครงขาพร้อมคาน ทำจากวัสดุโลหะ ออกแบบให้มีความแข็งแรง พ่นสี

4.5.5 เก้าอี้สำนักงานล้อเลื่อนมีพนักพิงโครงในลอนบุผ้าตาข่าย จำนวน 3 ตัว แต่ละตัวมีรายละเอียดดังนี้

- 1) เก้าอี้มีพนักพิงโครงในลอนบุผ้าตาข่าย
- 2) เสริม Lumbar Support ช่วยรองรับแผ่นหลัง
- 3) เบาะนั่งบุฟองน้ำหุ้มผ้าตาข่าย
- 4) รองรับน้ำหนักได้สูงสุด 100 กก.

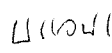
4.5.6 เก้าอี้ไม่มีพนักพิง จำนวน 1 ตัว มีรายละเอียดดังนี้

- 1) ที่นั่งหุ้มด้วยวัสดุหนังเทียมหรือผ้า
- 2) มีขาทำจากวัสดุโลหะ
- 3) ขาสามารถปรับระดับความสูงได้

5. ผู้เสนอราคาต้องจัดทำตารางแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติเฉพาะของครุภัณฑ์ระหว่างคุณสมบัติเฉพาะที่มหาวิทยาลัยฯ กำหนดกับคุณสมบัติเฉพาะของสินค้าที่เสนอราคาโดยแสดงว่าคุณสมบัติดังกล่าวตรงตามข้อกำหนดหรือดีกว่า ทั้งนี้ผู้เสนอราคาจะต้องทำเครื่องหมายหรือระบุส่วนข้อกำหนดแสดงลงในแคตตาล็อกหรือเอกสารอ้างอิงให้ชัดเจน และยื่นเอกสารดังกล่าวมาในวันเสนอราคาด้วย
6. กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ 180 วัน
7. ระยะเวลาประกัน 1 ปี
8. สถานที่ส่งมอบครุภัณฑ์ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ลงชื่อ  ผู้กำหนดรายละเอียด
(นางสาวธีรภิญญา ศรีโพธิ์)
อาจารย์ประจำภาควิชา

ลงชื่อ  ผู้กำหนดรายละเอียด
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นาริรัตน์ จริยะปัญญา)
อาจารย์ประจำภาควิชา

ลงชื่อ  ผู้กำหนดรายละเอียด
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรจพร เรืองไพศาล)
อาจารย์ประจำภาควิชา

ลงชื่อ 
(รองศาสตราจารย์ ดร.สรพงษ์ ภาสุปรีย์)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์