



ชื่อครุภัณฑ์

ระบบงานทดสอบวัสดุสำหรับงานวิศวกรรมการผลิต 4.0 จำนวน 1 ระบบ

หน่วยงาน

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ การผลิต และกระบวนการเคมีและสิ่งแวดล้อม

### รายละเอียดทั่วไป

1. ผู้เสนอราคาต้องเป็นนิติบุคคลที่จดทะเบียนประเภทห้างหุ้นส่วนสามัญหรือห้างหุ้นส่วนจำกัด บริษัทจำกัด หรือบริษัทมหาชนจำกัด
2. ผู้เสนอราคาจะต้องไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกันที่อาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทยเว้นแต่รัฐบาลของผู้เสนอราคาได้มีคำสั่งให้สละสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น
3. ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ที่ถูกระบุไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานของราชการและได้แจ้งเวียนชื่อแล้วและ/หรือไม่ เป็นผู้ทีละทำงานของทางราชการ
4. ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้เสนอราคารายอื่นที่เข้าเสนอราคา ณ วันประกาศเผยแพร่ การสอบราคาหรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันราคาอย่างเป็นธรรมในการเสนอราคาครั้งนี้

### ครุภัณฑ์ ระบบงานทดสอบวัสดุสำหรับงานวิศวกรรมการผลิต 4.0 จำนวน 1 ระบบ

ประกอบไปด้วยครุภัณฑ์ต่างๆ ดังนี้

- |                                                              |                 |
|--------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1. เครื่องทดสอบความแข็งแรงแบบพลวัต                           | จำนวน 1 ระบบ    |
| 2. กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงชนิดหัวกลับ                        | จำนวน 1 ระบบ    |
| 3. อุปกรณ์เตรียมชิ้นงานสำหรับวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคของโลหะ | จำนวน 1 ระบบ    |
| 4. เต้าเผาไฟฟ้าสำหรับงานปรับปรุงสมบัติโลหะด้วยความร้อน       | จำนวน 1 เครื่อง |

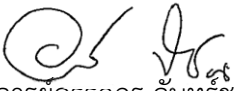
### รายละเอียดทั่วไป

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ การผลิต และกระบวนการเคมีและสิ่งแวดล้อม เป็นสาขาวิชาที่มีมุ่งเน้นในการออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ประเภทโลหะและอโลหะ รวมถึงการตรวจสอบและทดสอบสมบัติของวัสดุทั้งทางกายภาพ ทางกล และทางโครงสร้างจุลภาค ซึ่งในหลักสูตรฯ จำเป็นต้องมีครุภัณฑ์พื้นฐาน เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนทั้งวิชาที่เป็นทฤษฎีและปฏิบัติ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ครุภัณฑ์นี้ในการประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจอย่างลึกซึ้ง สามารถนำปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง และเพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

ปัจจุบันสถาบันฯ เคยมีครุภัณฑ์นี้อยู่แล้วบางส่วนแต่ก็เป็นครุภัณฑ์เก่าที่ไม่สามารถใช้งานได้ เนื่องจากเครื่องทดสอบเดิมเป็นครุภัณฑ์ที่ได้รับการจัดหาไว้นานมาก เครื่องมีสภาพเสื่อมโทรม และยากต่อการซ่อมบำรุงให้กลับมาใช้ได้ตามปกติ ประกอบกับมีนักศึกษาชั้นปีที่ 2, 3 และ 4 ซึ่งมีวิชาเรียนที่จำเป็นต้องใช้

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนัส ศรีสวัสดิ์)

ประธานกรรมการ

  
(อาจารย์อรรถกร จันทร์ชนะ)

กรรมการ

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนทร มุลทา)

กรรมการ



ชื่อครุภัณฑ์

ระบบงานทดสอบวัสดุสำหรับงานวิศวกรรมการผลิต 4.0 จำนวน 1 ระบบ

หน่วยงาน

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ การผลิต และกระบวนการเคมีและสิ่งแวดล้อม

ครุภัณฑ์เหล่านี้ ได้แก่วิชาหลักการทดสอบวัสดุ, วัสดุวิศวกรรม, โลหะวิทยาวิศวกรรม, การออกแบบแม่พิมพ์, กระบวนการขึ้นรูปโลหะ, วิศวกรรมงานหล่อ, หลักการการออกแบบชิ้นส่วน, การตัดเฉือนวัสดุ, กลศาสตร์วัสดุ เป็นต้น และใช้สำหรับทำวิจัยในการการทำปริญญานิพนธ์ แต่ทางหลักสูตรฯ ยังไม่มีครุภัณฑ์ดังกล่าวสำหรับใช้ประกอบการเรียนการสอน ซึ่งอาจส่งผลให้นักศึกษาได้รับความรู้ความเข้าใจได้ไม่ดีพอที่จะเป็นองค์ความรู้ในการนำไปสู่การปฏิบัติงานในภาคอุตสาหกรรม และเพื่อให้เป็นไปตามเกณฑ์ของสภาวิชาชีพในส่วนของการห้องปฏิบัติการวัสดุและโลหะการประจำสาขาวิชาที่ขอรับรองปริญญากับสภาวิศวกร รวมถึงยังใช้เป็นเครื่องมือในการทำวิจัย และการให้บริการวิชาการแก่สังคมได้อีกด้วย

## 1. เครื่องทดสอบความแข็งแรงแบบพลวัต

### 1.1 ข้อกำหนดทั่วไป

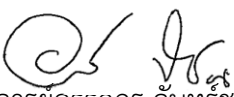
เป็นเครื่องทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุ สามารถทดสอบได้ทั้งแรงดึง แรงอัดและความล้า แบบ Static และ Dynamic ได้สูงสุด  $\pm 5$  kN (500 กิโลกรัม) ในเครื่องเดียวกันโดยมีการทำงานควบคุมและประมวลผลด้วยระบบคอมพิวเตอร์

### 1.2 ระบบโครงสร้าง

- 1.2.1 โครงสร้างเป็นแบบ 2 เสา ทำจากวัสดุอย่างดี ไม่เกิดสนิม รับแรงทดสอบสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 5 KN
- 1.2.2 มีระยะความกว้างระหว่างเสาไม่น้อยกว่า 440 มิลลิเมตร
- 1.2.3 มีระยะพื้นที่ความสูงการทดสอบ ไม่น้อยกว่า 650 มิลลิเมตร (ไม่รวมชุดหัวจับทดสอบ)
- 1.2.4 มีระบบป้องกัน Safety shield พร้อมมีระบบ electrically operated interlock
- 1.2.5 สามารถปรับระยะคานทดสอบได้ด้วยระบบมือหมุนหรือดีกว่า
- 1.2.6 ขับเคลื่อนด้วยระบบ Electro-mechanical Testing actuator รับแรงทดสอบสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 5 KN หรือดีกว่า สามารถควบคุมความเร็วในการทดสอบได้สูงสุด 500 มิลลิเมตร/วินาที
- 1.2.7 มีค่า Resolution of position ไม่เกิน 0.001 มิลลิเมตร
- 1.2.8 มีค่า Repetition accuracy of position  $\pm 0.008$  มิลลิเมตร หรือน้อยกว่า
- 1.2.9 สามารถเคลื่อนที่กระบอกสูบได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 250 มิลลิเมตร
- 1.2.10 มีระบบการปรับระยะการทดสอบของคานทดสอบด้วยมือหมุน (Hand wheel)
- 1.2.11 รองรับระบบไฟฟ้า 3 x 380 V/50Hz  $\pm 10\%$  หรือ 220V/50Hz  $\pm 10\%$

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนัส ศรีสวัสดิ์)

ประธานกรรมการ

  
(อาจารย์อรรถกร จันทร์ชนะ)

กรรมการ

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนทร มุลทา)

กรรมการ



ชื่อครุภัณฑ์

ระบบงานทดสอบวัสดุสำหรับงานวิศวกรรมการผลิต 4.0 จำนวน 1 ระบบ

หน่วยงาน

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ การผลิต และกระบวนการเคมีและสิ่งแวดล้อม

### 1.3 ระบบชุดควบคุมการแสดงผล

1.3.1 สามารถแสดงผลที่ชุดคอมพิวเตอร์ โดยต่อผ่านระบบ LAN หรือ RS232

1.3.2 สามารถส่งข้อมูลการทดสอบเข้าคอมพิวเตอร์ด้วยความถี่ไม่น้อยกว่า 100 เฮิรตซ์

1.3.3 มีระบบป้องกันแรงเกินขีดความสามารถของโหลดเซลล์ (Overload Force Protection)

1.3.4 ชุดควบคุมมี ปุ่มควบคุมไม่น้อยกว่า 4 ปุ่มเพื่อใช้สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่อง โดยไม่ต้องต่อกับคอมพิวเตอร์

1.3.5 มีปุ่มหยุดฉุกเฉิน (Emergency Stop Switch) อย่างน้อย 1 ชุด อยู่ในตำแหน่งที่สะดวกใช้งานเพื่อสามารถหยุดการทำงานของเครื่องได้สะดวกและปลอดภัย

### 1.4 อุปกรณ์ประกอบเครื่อง

1.4.1 ตัววัดแรงมาตรฐาน (LOAD CELL) พร้อมใบรับรองจากโรงงานผู้ผลิต สามารถวัดแรงได้ไม่น้อยกว่า 5 กิโลนิวตัน ตามมาตรฐาน ISO 7500 โดยมีช่วงการวัด ตั้งแต่ 1% - 100% ตามพิกัดสูงสุดของ LOAD CELL โดยมีค่าความผิดพลาด (ACCURACY) 1.0%

1.4.2 อุปกรณ์จับชิ้นงานทดสอบแรงดึง จำนวน 1 ชุด

1.4.3 อุปกรณ์แผ่นรองกดขนาดไม่น้อยกว่า 200 x 200 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชุด

1.4.4 อุปกรณ์สร้างแรงดัด (3-points flexural bending) สำหรับวัสดุพลาสติก จำนวน 1 ชุด

1.4.5 อุปกรณ์สร้างแรงดัด (3-points flexural bending) สำหรับวัสดุโลหะ จำนวน 1 ชุด

1.4.5.1 ชุดหัวกด (Flexure die) และฐานรอง (Anvils) สำหรับทดสอบ 3-points flexure test ขนาดไม่น้อยกว่า R10

1.4.5.2 ฐานรองกดสามารถปรับระยะห่างได้ไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร

1.4.5.3 สามารถทดสอบแรงดัดสูงสุดไม่น้อยกว่า 100 KN

### 1.5 โปรแกรมการใช้งานสำหรับควบคุมการทดสอบและวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบ

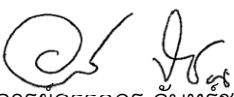
1.5.1 เป็นโปรแกรมที่ใช้งานบน Window 10 หรือดีกว่า

1.5.2 สามารถใช้ควบคุมการทดสอบแรงดึง, แรงอัด และแรงดัด

1.5.3 สามารถเก็บข้อมูลการทดสอบและถ่ายข้อมูลเข้า MICROSOFT OFFICE เพื่อช่วยในการประมวลผลทางสถิติได้

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนัส ศรีสวัสดิ์)

ประธานกรรมการ

  
(อาจารย์อรรถกร จันทร์ชนะ)

กรรมการ

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนทร มุลทา)

กรรมการ



ชื่อครุภัณฑ์

ระบบงานทดสอบวัสดุสำหรับงานวิศวกรรมการผลิต 4.0 จำนวน 1 ระบบ

หน่วยงาน

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ การผลิต และกระบวนการเคมีและสิ่งแวดล้อม

1.5.4 มีชุด Tool Bar Bottom ที่สามารถเลือกการสั่งการทำงานได้โดยตรง

1.5.5 มี Function Zoom Graphics เพื่อใช้ในการศึกษารายละเอียดของค่าแรงและระยะยึด

1.5.6 สามารถกำหนดค่า TOLERANCE ค่าต่างๆ เป็น Max, Min

1.5.7 ชุดโปรแกรมทดสอบสามารถควบคุมและประมวลผลการทดสอบ Fmax , Elongation และ Testing Cycle ได้เป็นอย่างดี

#### 1.6 ชุดคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมการทำงานและประมวลผล

1.6.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) เป็น Intel Core I7-10700F 2.90 GHz หรือดีกว่า

1.6.2 หน่วยความจำ DDR4 ไม่น้อยกว่า 16 GB หรือ ดีกว่า

1.6.3 มีหน่วยความจำหลักข้อมูล HARD DRIVE เป็น SSD ความจุไม่น้อยกว่า 1 TB และ Solid State Drive (SSD) ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 256 GB หรือดีกว่า

1.6.4 มีการ์ดแสดงผลภาพ (Graphic Card) เป็น GDDR6 ไม่น้อยกว่า 8GB หรือเทียบเท่าหรือดีกว่า

1.6.5 มีจอแสดงผลคอมพิวเตอร์ขนาดไม่ต่ำกว่า 27 นิ้ว ความละเอียดไม่น้อยกว่า 3840x2160 (4k) หรือดีกว่า

1.6.6 Mouse และ Keyboard แบบไร้สายหรือมีสาย

#### 1.7 อุปกรณ์ประกอบ

1.7.1 ส่งมอบพร้อมเครื่องสำรองและควบคุมกระแสไฟฟ้าให้คงที่ขนาดไม่น้อยกว่า 1 KVA จำนวน 1 เครื่อง

1.7.2 ส่งมอบพร้อมเครื่องพิมพ์สีชนิดเลเซอร์แบบมัลติฟังก์ชัน (ปริ้น, สแกน) ความละเอียดพิมพ์สีไม่น้อยกว่า 2,400 x 1,200 dpi มีจอแสดงผลแบบสี ขนาดไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว และรองรับระบบไร้สาย (Wireless) พร้อมหมึกสำรองสีดำจำนวน 2 ชุด และหมึกสำรองสีแดง, น้ำเงิน และ เหลือง จำนวนสีละ 1 ชุด

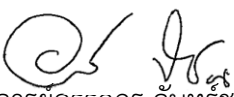
1.7.3 ส่งมอบพร้อมโต๊ะขาเหล็กสำหรับติดตั้งเครื่องทดสอบ จำนวน 1 ชุด

1.7.4 ส่งมอบพร้อมโต๊ะพร้อมเก้าอี้สำหรับติดตั้งคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ชุด

1.7.5 ส่งมอบพร้อมตู้เหล็กสำหรับเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์ประจำเครื่อง 1 ใบ โดยมี ขนาดตู้ไม่น้อยกว่า 900x400x180 มิลลิเมตร (กว้างxลึกxสูง) ตัวตู้เป็นเหล็กเคลือบสีอีพอกซี ประตูเป็นแบบบานเปิด (กระจก) มีแผ่นรองชั้นไม่น้อยกว่า 3 ชั้น และมีกุญแจล็อกตู้

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนัส ศรีสวัสดิ์)

ประธานกรรมการ

  
(อาจารย์อรรถกร จันทร์ชนะ)

กรรมการ

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนทร มุลทา)

กรรมการ



ชื่อครุภัณฑ์

ระบบงานทดสอบวัสดุสำหรับงานวิศวกรรมการผลิต 4.0 จำนวน 1 ระบบ

หน่วยงาน

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ การผลิต และกระบวนการเคมีและสิ่งแวดล้อม

1.7.6 ส่งมอบพร้อมชุดเครื่องมือช่าง กล้องหลัก แบบ 2 ลินซ์ + 1 ฝาเปิดบน หรือมากกว่า พร้อมเครื่องมือ ไม่น้อยกว่า 90 ชิ้น ได้แก่ ชุดประแจแหวน, ชุดลูกบ็อกซ์พร้อมประแจ, ชุดไขควง และชุดคีม ต่างๆ เป็นอย่างน้อย บรรจุอยู่ในกล่องเครื่องมือที่มีช่องสำหรับเก็บเครื่องมือแต่ละชิ้นโดยเฉพาะ

## 2. กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงชนิดหัวกลับ (สำหรับการตรวจสอบวิเคราะห์งานโลหะวิทยา)

### 2.1 ข้อกำหนดทั่วไป

เป็นกล้องจุลทรรศน์แบบแสงสำหรับงานทางด้านวัสดุศาสตร์และโลหะวิทยา โดยมีกำลังขยายสูงสุดต้องไม่น้อยกว่า 1,000 เท่า พร้อมเชื่อมต่ออุปกรณ์ถ่ายภาพระบบดิจิทัลและโปรแกรมวิเคราะห์ทางวัสดุศาสตร์ ใช้สำหรับงานตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของวัสดุ กับตัวอย่างชิ้นงานที่ไม่จำกัดความสูง มีประสิทธิภาพความคมชัดของภาพสูง สามารถบันทึกภาพถ่ายความละเอียดสูงและมีซอฟต์แวร์สำหรับวิเคราะห์ เกรน โครงสร้าง และวัดขนาด เป็นต้น

### 2.2 รายละเอียดทางเทคนิค

#### 2.2.1 หัวกล้อง มีคุณลักษณะ ดังนี้

2.2.1.1 เป็นชนิดกระบอกตาคว่ำ ระบบแสงไฟส่องขึ้น (Inverted Microscopy)

2.2.1.2 สามารถปรับระยะห่างระหว่างสายตาได้

2.2.1.3 มีช่องสำหรับบรรจุรีเฟรคเตอร์ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง และส่งมอบพร้อมรีเฟรคเตอร์ ชนิด Brightfield, Darkfield และ C-DIC

2.2.1.4 เลนส์ตา จำนวน 1 คู่ที่มีกำลังขยาย 10 เท่าและมองเห็นภาพกว้าง (field number) ไม่น้อยกว่า 23 มิลลิเมตร

2.2.1.5 แป้นบรรจุเลนส์วัตถุ สามารถบรรจุเลนส์วัตถุได้อย่างน้อย 5 ตำแหน่ง และสามารถแสดงชื่อเลนส์ที่เลือกใช้ไปแสดงในโปรแกรมควบคุมบนคอมพิวเตอร์ได้โดยอัตโนมัติ

#### 2.2.2 เลนส์วัตถุ (Objective) มีคุณลักษณะ ดังนี้

2.2.2.1 กำลังขยาย 5x มีค่า NA ไม่น้อยกว่า 0.12 มีระยะการทำงาน ไม่น้อยกว่า 11.0 มิลลิเมตร

2.2.2.2 กำลังขยาย 10x มีค่า NA ไม่น้อยกว่า 0.20 มีระยะการทำงาน ไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร

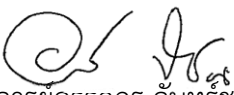
2.2.2.3 กำลังขยาย 20x มีค่า NA ไม่น้อยกว่า 0.30 มีระยะการทำงาน ไม่น้อยกว่า 3.0 มิลลิเมตร

2.2.2.4 กำลังขยาย 50x มีค่า NA ไม่น้อยกว่า 0.70 มีระยะการทำงาน ไม่น้อยกว่า 0.9 มิลลิเมตร

2.2.2.5 กำลังขยาย 100x มีค่า NA ไม่น้อยกว่า 0.80 มีระยะการทำงาน ไม่น้อยกว่า 0.80 มิลลิเมตร

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนัส ศรีสวัสดิ์)

ประธานกรรมการ

  
(อาจารย์อรรถกร จันทระชนะ)

กรรมการ

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุเนตร มุลทา)

กรรมการ



ชื่อครุภัณฑ์

ระบบงานทดสอบวัสดุสำหรับงานวิศวกรรมการผลิต 4.0 จำนวน 1 ระบบ

หน่วยงาน

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ การผลิต และกระบวนการเคมีและสิ่งแวดล้อม

2.2.3 แผ่นวางชิ้นงานตัวอย่าง เป็นแบบ Hard coat anodized surface มีขนาดไม่ต่ำกว่า 200 x 280 มิลลิเมตร และสามารถเคลื่อนที่ได้ในแนวแกน X และ Y ไม่น้อยกว่า 40 มิลลิเมตร

2.2.4 สามารถปรับความชัดของภาพได้ทั้งแบบปรับหยาบและปรับละเอียด โดยมีปุ่มปรับหยาบและปรับละเอียดชนิดแกนร่วม อยู่ทั้ง 2 ด้านของตัวกล้องเพื่อความสะดวกในการใช้งาน

2.2.5 ระบบไฟส่องสว่าง (Reflected-light illumination) มีคุณลักษณะ ดังนี้

2.2.5.1 ใช้หลอดไฟแบบ LED สามารถปรับความสว่างได้

2.2.5.2 มีปุ่มเลือกแบบการใช้งานแบบประหยัดพลังงาน (ECO mode)

2.2.5.3 สามารถตั้งค่าระดับความสว่างให้เหมาะสมกับเลนส์ได้ โดยเมื่อเปลี่ยนเลนส์จะเรียกค่าระดับความสว่างที่กำหนดไว้ได้โดยอัตโนมัติ (Light management)

2.2.6 สามารถใช้งานได้กับไฟ 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ และเป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัย (Electrical safety) DIN หรือ EN 61010-1 (IEC 61010-1) หรือมาตรฐานสากลอื่นๆที่เทียบเท่าหรือสูงกว่า

2.2.7 กล้องดิจิทัลสำหรับเก็บภาพ มีคุณลักษณะดังนี้

2.2.7.1 เป็นกล้องกล้องดิจิทัลชนิด C-MOS เชื่อมต่อสัญญาณผ่านสายสัญญาณแบบ USB 3.0, Ethernet และ HDMI ได้

2.2.7.2 มีจุดรับสัญญาณภาพความละเอียดอย่างน้อย 8 ล้านพิกเซล

2.2.7.3 สามารถแสดงภาพแบบ Ultra HD (4K) ได้เมื่อต่อสัญญาณผ่านสาย HDMI

2.2.7.4 มีค่า Frame rate ไม่น้อยกว่า 30 fps

2.2.7.5 กล้องดิจิทัลสามารถต่อเข้ากับตัวกล้องจุลทรรศน์ และสามารถสั่งให้ถ่ายรูปชิ้นงานได้จากตัวกล้องจุลทรรศน์โดยไม่ต้องผ่านโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ได้

2.2.7.6 ใช้การเชื่อมต่อกับกล้องจุลทรรศน์แบบ c-mount หรือระบบอื่นที่มีประสิทธิภาพเทียบเท่า

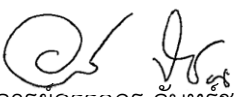
2.2.8 ซอฟต์แวร์ควบคุมการบันทึกภาพและวิเคราะห์ภาพ

2.2.8.1 สามารถบันทึกรูปภาพได้สามารถทำการปรับเทียบสเกลอย่างน้อยในหน่วยไมครอนและมิลลิเมตรได้

2.2.8.2 สามารถเก็บรูปชิ้นงานตัวอย่างเพื่อใช้ในการตรวจสอบภายหลังได้

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนัส ศรีสวัสดิ์)

ประธานกรรมการ

  
(อาจารย์อรรถกร จันทร์ชนะ)

กรรมการ

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนทร มุลทา)

กรรมการ



ชื่อครุภัณฑ์

ระบบงานทดสอบวัสดุสำหรับงานวิศวกรรมการผลิต 4.0 จำนวน 1 ระบบ

หน่วยงาน

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ การผลิต และกระบวนการเคมีและสิ่งแวดล้อม

2.2.8.3 สามารถวัดขนาดของชิ้นงานอย่างน้อยความกว้าง ความยาว เส้นผ่านศูนย์กลาง และมุมได้

2.2.8.4 สามารถเก็บรูปภาพเป็นไฟล์ชนิด bmp, gif, jpg และ tif ได้เป็นอย่างน้อย

2.2.8.5 รูปภาพที่บันทึกไว้จะต้องมีรายละเอียดของกำลังขยาย, ขนาดของความละเอียดของรูปภาพ และข้อมูลการสอบเทียบสเกลเพื่อใช้วัดค่าให้ถูกต้องได้

2.2.8.6 รูปภาพที่บันทึกไว้สามารถนำไปวัดค่าได้โดยไม่ต้องทำการปรับเทียบสเกลอีกครั้ง

2.2.8.7 รูปแบบเมนูการทำงานแบบขั้นตอน (workflow) เพื่อความสะดวกต่อการใช้งาน

2.2.8.8 สามารถรวมภาพที่มีระยะโฟกัสที่แตกต่างกัน ให้มีความคมชัดทุกจุดในภาพเดียวกันได้ (EDF)

2.2.8.9 สามารถเก็บภาพแบบมุมกว้างได้ (Panorama)

2.2.8.10 มีโปรแกรมในการวิเคราะห์ขนาดของเกรนแบบ Intercept method และ Compare method โดยสามารถเลือกให้สอดคล้องกับมาตรฐานอย่างน้อย 3 มาตรฐาน จากมาตรฐานดังต่อไปนี้ ASTM E112-13, DIN EN ISO 643:2012, ASTM E 1382-97

2.2.8.11 มีโปรแกรมในการวัดเปอร์เซ็นต์พื้นที่ของเฟสที่ต่างกันได้อย่างน้อย 30 เฟส โดยสามารถกำหนดพื้นที่ในการวิเคราะห์เฟสได้

2.2.8.12 สามารถส่งผลการวัดในรูปแบบ word และ Excel ได้

### 2.3 ชุดคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมการทำงานและประมวลผล

2.3.1 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) เป็น INTEL CORE i7-12800HX หรือที่มีประสิทธิภาพเทียบเท่าหรือดีกว่า

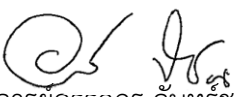
2.3.2 มีการ์ดกราฟิกส์ (GPU) เป็น NVIDIA GeForce RTX 3070 Ti (8GB GDDR6) หรือที่มีประสิทธิภาพเทียบเท่าหรือดีกว่า

2.3.3 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) 16 GB DDR5 4800 MHz หรือที่มีประสิทธิภาพเทียบเท่าหรือดีกว่า

2.3.4 หน้าจอมีขนาดไม่น้อยกว่า 15.6 นิ้ว ชนิด OLED ความละเอียด 2560x1440 QHD 2K หรือที่มีประสิทธิภาพเทียบเท่าหรือดีกว่า

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนัส ศรีสวัสดิ์)

ประธานกรรมการ

  
(อาจารย์อรรถกร จันทร์ชนะ)

กรรมการ

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนทร มุลทา)

กรรมการ



ชื่อครุภัณฑ์

ระบบงานทดสอบวัสดุสำหรับงานวิศวกรรมการผลิต 4.0 จำนวน 1 ระบบ

หน่วยงาน

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ การผลิต และกระบวนการเคมีและสิ่งแวดล้อม

2.3.5 มีฮาร์ดดิสแบบ SSD PCIe M.2 Gen4 หรือที่มีประสิทธิภาพเทียบเท่าหรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1TB

2.3.6 มีช่อง USB 3.2 Type A ไม่น้อยกว่า 3 จุด และ มีช่อง USB 3.2 Type C ไม่น้อยกว่า 2 จุด

2.3.7 มีช่องเสียบ HDMI

2.3.8 รองรับ Wireless LAN 802.11 ax (Wi-Fi 6E)

2.8.9 รองรับ Bluetooth 5.2

2.9.10 แบตเตอรี่เป็นชนิด 4-Cell Li-Polymer ความจุไม่น้อยกว่า 99.9Wh

2.9.11 มีเมาท์แล้ไร้สาย ความถี่ 2.4 GHz แบบ 3 ปุ่มกด ความละเอียดเซนเซอร์ 1,000dpi

## 2.4 อุปกรณ์ประกอบ

2.4.1 ส่งมอบพร้อมเครื่องสำรองและควบคุมกระแสไฟฟ้าให้คงที่ขนาดไม่น้อยกว่า 1 KVA จำนวน 1 เครื่อง

2.4.2 ส่งมอบพร้อมเครื่องพิมพ์สีชนิดเลเซอร์แบบมัลติฟังก์ชั่น (ปรินต์, สแกน) ความละเอียด พิมพ์สีไม่น้อยกว่า 2,400 x 1,200 dpi มีจอแสดงผลแบบสี ขนาดไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว และรองรับระบบไร้สาย (Wireless) พร้อมหมึกสำรองสีดำจำนวน 2 ชุด และหมึกสำรองสีแดง, น้ำเงิน และ เหลือง จำนวนสีละ 1 ชุด

2.4.3 ส่งมอบพร้อมเครื่องฉายภาพ (projector) สำหรับฉายภาพจากกล้องจุลทรรศน์ เพื่อนำเสนอประกอบการเรียนการสอนในชั้นเรียน จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้ มีความสว่างไม่น้อย : 4500 ลูเมนส์ (Full HD : 1080p ) อัตราเปรียบเทียบของสีขาวและดำ ( contrast Ratio) :2,500,000 : 1 หรือดีกว่า มีลำโพงในตัวขนาดไม่น้อยกว่า 16 วัตต์ และระบบ Wireless

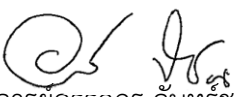
2.4.4 อุปกรณ์ปรับระนาบชิ้นงานทดสอบ จำนวน 1 ชิ้น

## 3. อุปกรณ์เตรียมชิ้นงานสำหรับวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคของโลหะ จำนวน 1 ระบบ ประกอบไปด้วย

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการประกอบการเรียนการสอน และสนับสนุนการวิจัย ในการเตรียมชิ้นงาน ทดสอบทางด้านวัสดุโลหะและพลาสติกให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล ก่อนนำไปทดสอบโครงสร้างจุลภาค เช่น การตัดชิ้นงานที่มีความละเอียดและไม่เกิดความร้อนซึ่งอาจทำให้โครงสร้างจุลภาคเกิดการเปลี่ยนแปลง

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนัส ศรีสวัสดิ์)

ประธานกรรมการ

  
(อาจารย์อรรถกร จันทร์ชนะ)

กรรมการ

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนทร มุลทา)

กรรมการ



ชื่อครุภัณฑ์

ระบบงานทดสอบวัสดุสำหรับงานวิศวกรรมการผลิต 4.0 จำนวน 1 ระบบ

หน่วยงาน

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ การผลิต และกระบวนการเคมีและสิ่งแวดล้อม

การขัดผิวให้มีความเงาวาวก่อนทำการกัดกรดเพื่อกำจัดฟิล์มผิวหน้าวัสดุเพื่อนำไปตรวจสอบโครงสร้างด้วยกล้องไมโครสโคป รวมถึงการทำความสะอาดรวมถึงตรวจสอบขนาดและน้ำหนักของชิ้นงานทดสอบด้วย

**ประกอบไปด้วย**

|                                                |       |   |         |
|------------------------------------------------|-------|---|---------|
| 1. เครื่องตัดชิ้นงานละเอียดสำหรับงานโลหะวิทยา  | จำนวน | 2 | เครื่อง |
| 2. เครื่องขัดเตรียมชิ้นงานสำหรับงานโลหะวิทยา   | จำนวน | 4 | เครื่อง |
| 3. เครื่องเลเซอร์ตัดชิ้นงานตัวอย่าง            | จำนวน | 1 | เครื่อง |
| 4. อุปกรณ์กัดกรดเคมีไฟฟ้าสำหรับงานโลหะวิทยา    | จำนวน | 1 | เครื่อง |
| 5. เครื่องล้างทำความสะอาดชิ้นงานด้วยคลื่นเสียง | จำนวน | 1 | เครื่อง |
| 6. ตู้เก็บสารเคมี                              | จำนวน | 1 | เครื่อง |
| 7. ตู้ควบคุมความชื้นเก็บชิ้นงานทดสอบ           | จำนวน | 2 | เครื่อง |

**3.1 เครื่องตัดชิ้นงานละเอียดสำหรับงานโลหะวิทยา จำนวน 2 เครื่อง**

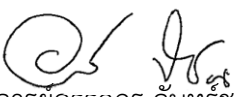
ใช้สำหรับตัดชิ้นงานทดสอบที่มีความแข็ง โดยที่ผิวตัดมีร่องขนาดเล็ก รอยตัดเรียบ และไม่เกิดความร้อนที่บริเวณรอยตัด เพื่อไม่ให้ส่งผลต่อโครงสร้างจุลภาคเนื่องจากความร้อน สำหรับไปวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค สำหรับห้องปฏิบัติการวัสดุและโลหะการ ประกอบการสอนวิชาหลักการทดสอบวัสดุ, วัสดุวิศวกรรม, โลหะวิทยาวิศวกรรม, การออกแบบแม่พิมพ์, กระบวนการขึ้นรูปโลหะ, วิศวกรรมงานหล่อ ใช้ในการโครงการงานวิศวกรรมของนักศึกษา งานวิจัย และบริการวิชาการ ประกอบไปด้วย เครื่องตัดแบบใช้มือโยก จำนวน 1 เครื่อง และ เครื่องตัดแบบกึ่งอัตโนมัติ จำนวน 1 เครื่อง

**3.1.1 เครื่องตัดแบบใช้มือโยก จำนวน 1 เครื่อง มีคุณลักษณะดังนี้**

- 3.1.1.1 มอเตอร์ขับเคลื่อนใบตัดมีขนาดไม่น้อยกว่า 2.2 กิโลวัตต์
- 3.1.1.2 ความเร็วสูงสุดของใบตัด 2,800 รอบ/นาที ที่ 50 เฮิรตซ์ หรือมากกว่า
- 3.1.1.3 สามารถใช้ใบตัดชิ้นงานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 250 มิลลิเมตร หรือมากกว่า
- 3.1.1.4 สามารถตัดชิ้นงานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสูงสุด 90 มิลลิเมตร หรือมากกว่า
- 3.1.1.5 โต๊ะตัดชิ้นงานมีขนาดไม่น้อยกว่า 300 x 200 มิลลิเมตร (กว้างxยาว) ทำด้วยวัสดุเหล็กกล้าไร้สนิม ใช้ระบบที่สล็อตในการยึดจับอุปกรณ์ เพื่อปรับให้เหมาะกับการตัดชิ้นงานรูปร่างต่างๆ
- 3.1.1.6 แกนโยกตัดชิ้นงานสามารถปรับระดับความสูง - ต่ำ ให้เหมาะสมกับผู้ใช้งาน

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนัส ศรีสวัสดิ์)

ประธานกรรมการ

  
(อาจารย์อรรถกร จันทร์ชนะ)

กรรมการ

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนทร มุลทา)

กรรมการ



ชื่อครุภัณฑ์

ระบบงานทดสอบวัสดุสำหรับงานวิศวกรรมการผลิต 4.0 จำนวน 1 ระบบ

หน่วยงาน

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ การผลิต และกระบวนการเคมีและสิ่งแวดล้อม

3.1.1.7 ฝาครอบเป็นระบบล็อกฝาครอบอัตโนมัติ โดยไม่สามารถเปิดฝาครอบได้ในขณะเครื่องทำงาน และเมื่อฝาครอบเปิดอยู่จะไม่สามารถกดเริ่มทำงานได้ สามารถป้องกันการรั่วไหลของน้ำ และมีระบบโซ๊คเพื่อรับแรงในขณะที่กำลังจะปิด

3.1.1.8 ฝาครอบ (Door safety lock) จะปลดล็อก และเปิดฝาได้เมื่อใบตัดหยุดหมุนเท่านั้น

3.1.1.9 มีระบบน้ำหมุนเวียนเพื่อหล่อเย็นใบตัดและชิ้นงาน เพื่อกรองเศษวัสดุจากการตัด

3.1.1.10 มีหัวฉีดน้ำในการทำสะอาดใบตัดและห้องตัดภายหลังจากการใช้งาน และควบคุมการปิด-เปิดจากสวิทช์หน้าเครื่อง

3.1.1.11 มีปุ่มหยุดการทำงานฉุกเฉิน (Emergency Stop)

3.1.1.12 ช่องสังเกตชิ้นงานขณะทำการตัด ทำด้วยวัสดุโปร่งแสง ที่ได้มาตรฐานความปลอดภัยสากลตามมาตรฐานความปลอดภัย EN16089 หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า

3.1.1.13 ไฟส่องสว่างแบบ LED ชนิดกันน้ำภายในห้องตัด

3.1.1.14 ควบคุมการปิด-เปิดเครื่องจากสวิทช์การทำงานหลัก พร้อมสวิทช์แยกควบคุมการตัดและการหยุดตัด

3.1.1.15 สามารถต่อท่อจากช่องระบายอากาศภายในห้องตัดสู่ภายนอกได้

3.1.1.16 ใช้แรงดันไฟฟ้า 3 เฟส 380 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์

3.1.1.17 เป็นเครื่องที่ผลิตตามมาตรฐานความปลอดภัยสากล EN ISO 13849-1:2015, EN 61000-3-3:2013, EN 50581:2012 หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า

3.1.1.18 มีแคลมป์จับยึดชิ้นงาน จำนวน 1 ชุด

3.1.1.99 มี Spring Clamp สำหรับยึดชิ้นงานที่ถูกตัด จำนวน 1 ชุด

### 3.1.2 เครื่องตัดชิ้นงานทางโลหะวิทยาแบบกึ่งอัตโนมัติ จำนวน 1 เครื่อง มีคุณลักษณะดังนี้

3.1.2.1 มอเตอร์ขับเคลื่อนใบตัดมีขนาดไม่น้อยกว่า 2.2 กิโลวัตต์ ที่ 50 เฮิร์ตซ์

3.1.2.2 มีความเร็วรอบของแกนเพลายึดใบตัดไม่ต่ำกว่า 2300 รอบ/นาที ที่ 50 เฮิร์ตซ์

3.1.2.3 สามารถใช้ใบตัดชิ้นงานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 300 มิลลิเมตร และสามารถตัดชิ้นงานได้

3.1.2.4 สามารถตัดชิ้นงานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 มิลลิเมตร หรือมากกว่า

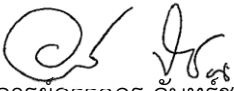
3.1.2.5 มีระบบน้ำหมุนเวียนเพื่อนำไปหล่อเย็นชิ้นงานและใบตัด

3.1.2.6 มีช่องสังเกตชิ้นงานทำด้วยวัสดุโปร่งแสง

3.1.2.7 โต๊ะตัดชิ้นงานมีขนาดไม่น้อยกว่า 400 x 300 มิลลิเมตร (กว้างxยาว) ทำด้วยวัสดุเหล็กกล้าไร้สนิม ใช้ระบบที่สล็อตในการยึดจับอุปกรณ์ เพื่อปรับให้เหมาะกับการตัดชิ้นงานรูปร่างต่างๆ

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนัส ศรีสวัสดิ์)

ประธานกรรมการ

  
(อาจารย์อรรถกร จันทระชนะ)

กรรมการ

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนทร มุลทา)

กรรมการ



ชื่อครุภัณฑ์

ระบบงานทดสอบวัสดุสำหรับงานวิศวกรรมการผลิต 4.0 จำนวน 1 ระบบ

หน่วยงาน

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ การผลิต และกระบวนการเคมีและสิ่งแวดล้อม

3.1.2.8 สามารถตั้งค่าการเลื่อนโต๊ะตัดชิ้นงานแบบอัตโนมัติที่ความเร็ว 1-160 มิลลิเมตร/นาที หรือมากกว่า

3.1.2.9 สามารถตั้งค่าพารามิเตอร์การตัดชิ้นงานได้

3.1.2.10 มีจอ LCD แสดงค่าพารามิเตอร์ได้

3.1.2.11 มีสวิทช์ปิด-เปิด ควบคุมการทำงานของเครื่อง

3.1.2.12 มีปั๊มหยุดฉุกเฉินบริเวณด้านหน้าเครื่อง

3.1.2.13 มีไฟส่องสว่างภายในห้องตัดแบบ LED

3.1.2.14 รองรับระบบไฟฟ้า 3x380 V/50Hz  $\pm 10\%$

3.1.2.15 มีอุปกรณ์จับชิ้นงานซึ่งสามารถจับยึดและปลดชิ้นงานได้สะดวก จำนวน 1 ชุด

3.1.2.16 มีชุดระบบหมุนเวียนน้ำ เพื่อหล่อเลี้ยงชิ้นงานและใบตัด จำนวน 1 ชุด

### 3.1.3 อุปกรณ์ประกอบ

3.1.3.1 ใบตัดชนิดอลูมิเนียมออกไซด์สำหรับการตัดชิ้นงานกลุ่มโลหะ ขนาด 250 มิลลิเมตร จำนวน 10 ใบ และ ขนาด 300 มิลลิเมตร จำนวน 20 ใบ

3.1.3.2 น้ำยาหล่อเย็นที่ไม่ส่งผลกระทบต่ออุปกรณ์ภายในเครื่อง จำนวน 9 ลิตร

### 3.2 เครื่องขัดเตรียมชิ้นงานสำหรับงานโลหะวิทยา จำนวน 4 เครื่อง

เป็นเครื่องขัดละเอียดสำหรับงานโลหะวิทยา เพื่อทำการเตรียมชิ้นงานทางโลหะวิทยา สำหรับการตรวจสอบโครงสร้างทางจุลภาค สามารถใช้ในการขัดหยาบและขัดละเอียดได้ การใช้งานจะต้องไม่ก่อให้เกิดการสั่นสะเทือนและแรงเครียด เป็นเครื่องขัดชนิดจานเดี่ยว มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 200 มิลลิเมตร จานขัดขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ส่งกำลัง ควบคุมการทำงานด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ มีระบบน้ำหล่อเย็นขณะขัดชิ้นงาน พร้อมวาล์วเปิด - ปิด ปรับระดับความแรงของน้ำได้

#### 3.2.1 ข้อมูลทางเทคนิค

3.2.1.1 เป็นเครื่องขัดแบบจานเดี่ยว จานขัดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 200 มิลลิเมตร ทำจากวัสดุอะลูมิเนียมหรือวัสดุที่ไม่เป็นสนิม

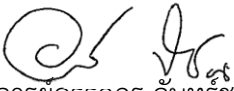
3.2.1.2 ความเร็วของจานขัดสามารถปรับได้ในช่วง 50 ถึง 800 รอบต่อนาที หรือดีกว่า

3.2.1.3 มีระบบน้ำหล่อเย็นในระหว่างขัดผิวชิ้นงานแบบท่อปรับทิศทางได้ สามารถปรับควบคุมปริมาณการไหลของน้ำ รวมถึงมีระบบท่อน้ำทิ้งจากเครื่องสู่ภายนอก

3.2.1.4 มีวงแหวนครอบจานขัดเพื่อยึดกระดาทราย ที่สามารถยึดและเปลี่ยนได้ง่าย

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนัส ศรีสวัสดิ์)

ประธานกรรมการ

  
(อาจารย์อรรถกร จันทร์ชนะ)

กรรมการ

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนทร มุลทา)

กรรมการ



ชื่อครุภัณฑ์

ระบบงานทดสอบวัสดุสำหรับงานวิศวกรรมการผลิต 4.0 จำนวน 1 ระบบ

หน่วยงาน

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ การผลิต และกระบวนการเคมีและสิ่งแวดล้อม

3.2.1.5 สามารถใช้ได้กับระบบไฟฟ้า 220V/50Hz  $\pm 10\%$

3.2.2 อุปกรณ์ประกอบ

3.2.2.1 งานสำหรับยึดกระดาดทราย จำนวน 4 ชุด

3.2.2.2 งานสำหรับยึดผ้าขัด จำนวน 4 ชุด

3.2.2.3 งานแม่เหล็กสำหรับยึดผ้าขัดพื้นเหล็ก จำนวน 2 ชุด

3.2.3 วัสดุสิ้นเปลือง

3.2.3.1 กระดาดทรายกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 200 มิลลิเมตร เบอร์ 180, 220, 400, 800, 1000 และ 1200 จำนวนเบอร์ละ 100 แผ่น

3.2.3.2 ชุดแผ่นขัดเพชรแบบแม่เหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 200 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่น

3.2.3.3 แผ่นขัดหยาบแบบเพชรแบบใช้ติดงานแม่เหล็ก จำนวน 1 แผ่น

3.2.3.4 แผ่นขัดละเอียดแบบใช้ติดงานแม่เหล็ก จำนวน 1 แผ่น

3.2.3.5 ผ้าขัดกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 200 มิลลิเมตร สำหรับใช้กับผงขัดอลูมินา  $0.5\mu\text{m}$  จำนวน 50 แผ่น

3.2.3.5 5 ผ้าขัดกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 200 มิลลิเมตร สำหรับใช้กับผงขัดเพชร  $1\mu\text{m}$  จำนวน 10 แผ่น และสำหรับใช้กับผงขัดเพชร  $3\mu\text{m}$  จำนวน 10 แผ่น

3.2.3.6 ผงขัดอลูมินา  $0.5\mu\text{m}$  ไม่น้อยกว่า 4 กิโลกรัม

3.2.3.7 ผงขัดเพชรแบบผสมสำเร็จ ขนาด  $1\mu\text{m}$ ,  $3\mu\text{m}$  และ  $9\mu\text{m}$  ขนาดละ 500 มิลลิลิตร

3.2.3.8 ผงขัดเพชรแบบไม่ผสม ขนาด  $1\mu\text{m}$  จำนวน 500 มิลลิลิตร

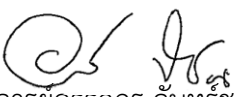
3.2.3.9 น้ำยาหล่อลื่นแบบแอลกอฮอล์ จำนวน 10 ลิตร

### 3.3 เครื่องเลเซอร์ตัดชิ้นงานตัวอย่าง จำนวน 1 เครื่อง

ใช้สำหรับตัดชิ้นงานตัวอย่างประเภทวัสดุพอลิเมอร์ เช่นอะคริลิก รวมไปถึง ไม้ สำหรับงานโลหะวิทยา รวมไปถึงใช้สร้างตัวอักษร รหัส หรือสัญลักษณ์ ต่างๆเพื่อจำแนกชิ้นงานตัวอย่างได้ โดยมีรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะดังนี้

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนัส ศรีสวัสดิ์)

ประธานกรรมการ

  
(อาจารย์อรรถกร จันทร์ชนะ)

กรรมการ

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนทร มุลทา)

กรรมการ



ชื่อครุภัณฑ์

ระบบงานทดสอบวัสดุสำหรับงานวิศวกรรมการผลิต 4.0 จำนวน 1 ระบบ

หน่วยงาน

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ การผลิต และกระบวนการเคมีและสิ่งแวดล้อม

3.3.1 ตัวเครื่องมีโครงสร้างทำจากโลหะเคลือบสี หรือดีกว่า พร้อมติดตั้งทั้ง 2 ข้าง ในการรองรับ ขณะเปิด-ปิดฝาเครื่อง โดยฝาบนมีช่องพลาสติกสำหรับดูการทำงานของเครื่องได้ และมีล้อสำหรับการเคลื่อนย้ายได้

3.3.2 โต๊ะงาน

3.3.2.1 พื้นที่ในการทำงานไม่น้อยกว่า 600 x 900 มิลลิเมตร

3.3.2.2 โต๊ะตั้งงานแบบ Table Blade เพื่อวางชิ้นงาน สำหรับยิงเลเซอร์ตัดขาด

3.3.2.3 โต๊ะตั้งงานแบบเป็น Honey Comb สำหรับวางวัสดุที่มีการตัดที่รายละเอียดสูง

3.3.2.4 สามารถปรับระดับ สูง-ต่ำ ได้

3.3.3 มีกำลังเลเซอร์ (Laser Power) ไม่น้อยกว่า 80 วัตต์

3.3.4 แหล่งกำเนิดเลเซอร์เป็นชนิด CO2 หรือดีกว่า

3.3.5 มีระบบ water protection ช่วยป้องกันหลอดเลเซอร์เมื่อไม่มีน้ำไหลผ่าน จะตัดแสง เลเซอร์ไม่ให้ทำการยิงออก

3.3.6 มีระบบระบายความร้อนให้แก่หลอดเลเซอร์ในขณะที่เครื่องกำลังงาน

3.3.7 ติดตั้งปั๊มลมไว้ช่วยป้องกันการเกิดไฟไหม้กับวัสดุที่ติดไฟง่าย เพื่อทำหน้าที่เป่าลมใน ขณะที่ทำการยิงเลเซอร์ ทำให้ป้องกันการเกิดไฟไหม้ได้

3.3.8 สามารถตัด อะคริลิก (Acrylic) หนาไม่น้อยกว่า 8 มิลลิเมตร ได้ในรอบเดียว

3.3.9 สามารถแกะสลักหรือทำตัวอักษรบนชิ้นงานได้

3.3.10 มีซอฟต์แวร์สำเร็จรูปในการ ออกแบบ หรือสร้างแนวเส้นการตัดงาน รับรองไฟล์ รูปภาพ เช่น CDR, JPEG, GIF, TIFF, BMP, WMF และ EMF

3.3.11 มีช่องเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์แบบ USB จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

3.3.12 สามารถรองรับโปรแกรมในการสร้างชิ้นงานได้ดังนี้ CorelDraw, PhotoShop, AutoCAD, Illustrator ได้

3.3.13 รองรับระบบปฏิบัติการ Windows 10 หรือดีกว่า

3.3.14 รองรับระบบไฟฟ้า 220V/50Hz  $\pm 10\%$

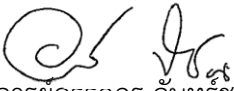
3.4 อุปกรณ์กักตักเคมีไฟฟ้าสำหรับงานโลหะวิทยา จำนวน 1 เครื่อง

ใช้สำหรับกักตักเคมีโลหะด้วยวิธีเคมีไฟฟ้า เพื่อกำจัดฟิล์มที่ปิดผิววัสดุออก สำหรับสนับสนุนการ ตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสง หรือ กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่งกวาด

3.4.1 แหล่งจ่ายไฟฟ้าสำหรับกักตักเคมีโลหะ

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนัส ศรีสวัสดิ์)

ประธานกรรมการ

  
(อาจารย์อรรถกร จันทร์ชนะ)

กรรมการ

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนทร มุลทา)

กรรมการ



ชื่อครุภัณฑ์

ระบบงานทดสอบวัสดุสำหรับงานวิศวกรรมการผลิต 4.0 จำนวน 1 ระบบ

หน่วยงาน

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ การผลิต และกระบวนการเคมีและสิ่งแวดล้อม

- 3.4.1.1 สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้า ขาออก 0-30 Volt
- 3.4.1.2 สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าขาออก 0-5 Amp.
- 3.4.1.3 มีปุ่มสำหรับปรับแรงดันเป็นแบบอนาล็อก หรือดิจิตอล
- 3.5.1.4 จอแสดงผลเป็นระบบดิจิตอล สามารถแสดงผลแรงดันไฟฟ้าได้อัตโนมัติ
- 3.5.1.5 ตัวเครื่องทำจากวัสดุที่แข็งแรง ไม่ติดไฟ ตามมาตรฐานสากล
- 3.5.1.8 แรงดันไฟฟ้าอินพุต: AC220V/110V  $\pm$  10%; 50Hz/60Hz
- 3.5.1.9 มีชุดสายไฟชั่วคราวและชั่วคราว ปลายเป็นปากคีบ 1 ชุด

### 3.5 เครื่องล้างทำความสะอาดชิ้นงานด้วยคลื่นเสียง จำนวน 1 เครื่อง

เป็นอ่างสำหรับล้างทำความสะอาดชิ้นงานทดสอบ เช่น ฝุ่น คราบน้ำมัน สารเคมีตกค้าง คราบฝังลึก เป็นต้น โดยใช้คลื่นความถี่สูงโดยไม่ทำความเสียหายแก่วัสดุชิ้นงาน ก่อนนำชิ้นงานเข้าการทดสอบ โครงสร้างจุลภาค เพื่อลดตัวแปรที่อาจทำให้ผลการทดสอบหรือผลการวัดเกิดคลาดเคลื่อน

#### 3.5.1 ข้อมูลทางเทคนิค

- 3.5.1.1 โครงสร้างภายนอกทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม
- 3.5.1.2 โครงสร้างภายใน ทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิมมีขนาดภายในไม่เกิน 240×140×100 มิลลิเมตร (กว้าง×ลึก×สูง)
- 3.5.1.3 ตัวให้กำเนิดคลื่น ให้คลื่นความถี่ไม่น้อยกว่า 37 KHz
- 3.5.1.4 สามารถให้ความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 75 °C
- 3.5.1.5 สามารถตั้งเวลาการทำงานของตัวเครื่องได้
- 3.5.1.6 จอแสดงผลเป็นระบบดิจิตอล
- 2.5.1.7 รองรับระบบไฟฟ้า 220V, 50/60Hz,

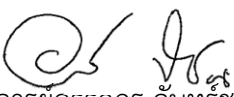
### 3.6 ตู้เก็บสารเคมี จำนวน 1 เครื่อง

ใช้สำหรับเก็บสารเคมี กรด ที่ใช้ในการปฏิบัติงานทางด้านวัสดุและโลหะ เพื่อให้เป็นไปตาม มาตรฐานความปลอดภัยในการเก็บสารเคมี และความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน

- 3.6.1 ความจุไม่น้อยกว่า 30 แกลลอน
- 3.6.2 ขนาดตู้ไม่น้อยกว่า 1,000 × 1,000 × 450 มิลลิเมตร (สูง × กว้าง × 457)

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนัส ศรีสวัสดิ์)

ประธานกรรมการ

  
(อาจารย์อรรถกร จันทร์ชนะ)

กรรมการ

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนทร มุลทา)

กรรมการ



ชื่อครุภัณฑ์

ระบบงานทดสอบวัสดุสำหรับงานวิศวกรรมการผลิต 4.0 จำนวน 1 ระบบ

หน่วยงาน

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ การผลิต และกระบวนการเคมีและสิ่งแวดล้อม

3.6.3 โครงสร้างเป็นผนัง 2 ชั้น กรรมวิธีผลิตแบบเชื่อมส่วนประกอบทุกชิ้น ทำให้แข็งแรงทนทาน เคลือบด้วยสีผสมพิเศษ Epoxy ป้องกันสารเคมีและรังสี UV

3.6.4 ประตูเป็นแบบบานคู่ พร้อมกุญแจล็อก

3.6.5 ภายในตู้สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชั้น ส่งมอบพร้อมถาดวางแบ่งชั้น

3.6.6 ขาตั้งด้านล่าง 4 จุด สามารถปรับระดับได้

3.6.7 ตู้เก็บสารเคมีกักกรอง เป็นไปตามมาตรฐาน OSHA compliant , FM ,N ,O

### 3.7 ตู้ควบคุมความชื้นเก็บชิ้นงานทดสอบ จำนวน 2 เครื่อง

ใช้สำหรับเก็บชิ้นงานตัวอย่างเพื่อป้องกันความชื้นที่เป็นสาเหตุทำให้คุณสมบัติของวัสดุเสียหาย รวมถึงชั้นฟิล์มของโลหะที่ผ่านการขัด, กัดกรด เกิดการเสียหาย รวมไปถึงใช้เก็บเลนส์ของกล้องจุลทรรศน์ เพื่อยืดอายุการใช้งานให้ยาวนานที่สุด โดยมีรายละเอียดทางเทคนิค ดังนี้

3.7.1 ขนาดภายนอกตู้ ไม่มากกว่า 450x380x690 มิลลิเมตร

3.7.2 ขนาดภายในตู้ไม่น้อยกว่า 380x340x620 มิลลิเมตร

3.7.3 ขนาดภายในตู้ ความจุไม่น้อยกว่า 80 ลิตร

3.7.4 สามารถแบ่งชั้นภายในได้ไม่น้อยกว่า 3 ชั้น ส่งมอบพร้อมถาดวางแบ่งชั้น

3.7.5 มีหน้าจอดิจิทัลแสดงสถานะต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิ ปริมาณความชื้น เป็นต้น

3.7.6 รองรับระบบไฟฟ้า 220V/50Hz  $\pm 10\%$

### 4. เตาเผาไฟฟ้าสำหรับงานปรับปรุงสมบัติโลหะด้วยความร้อน จำนวน 1 เครื่อง

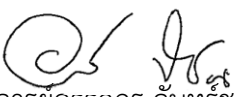
ใช้สำหรับเผา (อบ) วัสดุโลหะในการปรับปรุงสมบัติด้วยความร้อน ประกอบการสอนวิชาหลักการทดสอบวัสดุ, วัสดุวิศวกรรม, โลหะวิทยาวิศวกรรม, การออกแบบแม่พิมพ์, กระบวนการขึ้นรูปโลหะ, วิศวกรรมงานหล่อ ใช้ในการโครงการงานวิศวกรรมของนักศึกษา งานวิจัย และบริการวิชาการ

#### 4.1 รายละเอียดทางเทคนิค

4.1.1 เป็นเตาอบชิ้นงานให้ความร้อนจากผนังทั้ง 3 ด้าน

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนัส ศรีสวัสดิ์)

ประธานกรรมการ

  
(อาจารย์อรรถกร จันทร์ชนะ)

กรรมการ

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนทร มุลทา)

กรรมการ



ชื่อครุภัณฑ์

ระบบงานทดสอบวัสดุสำหรับงานวิศวกรรมการผลิต 4.0 จำนวน 1 ระบบ

หน่วยงาน

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ การผลิต และกระบวนการเคมีและสิ่งแวดล้อม

4.1.2 ขนาดภายในห้องอบชิ้นงานไม่น้อยกว่า 350x500x250 มม. (กว้างxลึกxสูง) ขนาดภายนอกไม่น้อยกว่า 1,000x1,100x1,300 มม. (กว้างxลึกxสูง)

4.1.3 ปริมาตรห้องอบชิ้นงานขนาดไม่น้อยกว่า 40 ลิตร

4.1.4 รองรับระบบไฟฟ้า 3 x 380 V/50Hz  $\pm 10\%$  หรือ 220V/50Hz  $\pm 10\%$

4.1.6 สามารถใช้โปรแกรมควบคุมการเผาแบบอัตโนมัติ

4.1.7 การให้ความร้อนจากด้านล่างมีการป้องกันด้วยแผ่นซิลิกอน

4.1.8 โครงสร้างการก่อดูภายในเตา และหลังคาที่มีความแข็งแรง

4.1.9 มีระบบควบคุมการให้ความร้อนแบบ electronic relays

4.1.10 ควบคุมระบบการให้ความร้อนด้วย Temperature Controller ที่สามารถบันทึกโปรแกรมได้อย่างน้อย 5 โปรแกรม และสามารถตั้งค่าเพื่อเพิ่มอุณหภูมิเป็นหน่วยองศาเซลเซียสและเวลาเป็นนาฬิกา สามารถตั้งเวลาแช่ไฟได้ และมีจอแสดงผลเป็นตัวเลขดิจิทัลแบบสี (Color LCD)

4.1.11 สามารถตั้งค่าช่วงการให้ความร้อนได้อย่างน้อย 4 ช่วงเวลา

4.1.12 มีค่าความถูกต้องในการวัดอุณหภูมิไม่เกิน  $\pm 1^\circ\text{C}$

4.1.13 สามารถบันทึกโปรแกรมและข้อมูลที่ตั้งค่าไว้ใน USB และสามารถนำไปเปิดในโปรแกรมที่ติดตั้งในคอมพิวเตอร์ได้

4.1.14 หน้าจอสามารถแสดงค่า Time and date, Program run times (run time, remaining run time), Operating hours counter, Integrated kWh counter (energy counter) Error messages in plain text display, Display of controller setting values, Graph

4.1.15 ผลิตตามมาตรฐาน EN 60335-1, EN 61000-6-1, EN 61000-6-3 และ RoHS directive 2011/65/EU

## 4.2 อุปกรณ์มาตรฐานประจำเครื่อง

4.2.1 Charging plate ขนาด 340x540x30 มิลลิเมตร ทำจากวัสดุ 1.4841(314) จำนวน 1 อัน

4.2.2 อุปกรณ์สำหรับคืบชิ้นงานขณะร้อน จำนวน 2 ชิ้น

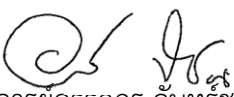
4.2.3 ถาดโลหะสำหรับวางชิ้นงานขณะร้อน จำนวน 2 ชิ้น

4.2.4 โต๊ะโลหะสำหรับเตรียมชิ้นงาน ก่อนและหลังเผาชิ้นงาน มีขนาดพื้นที่ใช้งานไม่น้อยกว่า 1.5x0.8 เมตร

4.2.5 ถังมือหนังกั้นความร้อนจำนวน 2 คู่

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนัส ศรีสวัสดิ์)

ประธานกรรมการ

  
(อาจารย์อรรถกร จันทร์ชนะ)

กรรมการ

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนทร มุลทา)

กรรมการ



ชื่อครุภัณฑ์

ระบบงานทดสอบวัสดุสำหรับงานวิศวกรรมการผลิต 4.0 จำนวน 1 ระบบ

หน่วยงาน

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ การผลิต และกระบวนการเคมีและสิ่งแวดล้อม

4.2.6 หน้ากากนิรภัย สำหรับกันความร้อนและสะเก็ดไฟ ชนิดใส่แบบเต็มหน้า ส่วนหน้ากาทำจากวัสดุ PC จำนวน 2 ใบ

4.2.7 ชุดเย็บหนัง, ปลอกแขนหนัง และปลอกขาหนัง กันความร้อน จำนวน 2 ชุด

4.2.8 แผ่นรองพื้นสำหรับวางเตามีขนาดอย่างน้อย 1,000 x 1,200 x 2 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่น

## 5. รายละเอียดอื่น ๆ

5.1 ครุภัณฑ์ทุกรายการที่เสนอต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน และมีใบรับรองการสอบเทียบตามมาตรฐานสากล

5.2 ครุภัณฑ์ทุกรายการที่เสนอต้อง ต้องมีคู่มือประกอบการใช้งาน จำนวน 1 ชุด และมีคู่มือการบำรุงรักษา ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ อย่างน้อย 1 ชุด

5.3 มีการสาธิตและฝึกอบรมการใช้งานครุภัณฑ์ทุกรายการที่เสนอ ให้กับผู้ใช้งาน จนกว่าผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้

5.4 ครุภัณฑ์ทุกรายการที่เสนอต้อง รับประกันสินค้าอย่างน้อย 1 ปี (ค่าอะไหล่, ค่าซ่อม และ ค่าดำเนินการ)

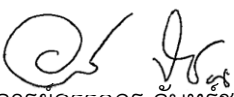
5.5 ผู้เสนอราคาต้องทำการติดตั้งครุภัณฑ์ทุกรายการที่เสนอให้สมบูรณ์ จนสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ และเป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัย โดยค่าติดตั้ง ค่าอุปกรณ์ และค่าแรง รวมไปถึงค่าดำเนินการทั้งหมด ผู้เสนอราคาเป็นผู้รับผิดชอบ

5.6 ครุภัณฑ์ทุกรายการที่เสนอต้อง มีการติดตามการบำรุงรักษาอย่างน้อย 2 ครั้ง

5.7 กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ ภายใน 180 วัน นับจากวันที่ทำสัญญา

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนัส ศรีสวัสดิ์)

ประธานกรรมการ

  
(อาจารย์อรรถกร จันทร์ชนะ)

กรรมการ

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนทร มุลทา)

กรรมการ